

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN

DE BETEKENIS VAN HET GEWASONDERZOEK
BIJ FOSFORZUUR- EN KALIPROEFVELDEN
IN NEDERLAND

DOOR

Dr. Th. B. VAN ITALLIE

H O O F D S T U K I

Algemeen overzicht

De beteekenis van het gewasonderzoek als schakel tusschen den grond als leverancier van voedingsstoffen en de opbrengst van het gewas, dat daarop is verbouwd, is vanouds door de landbouwscheikundigen beseft. De bemestingsleer is ondenkbaar zonder een behoorlijke kennis van de hoeveelheden voedingsstoffen, die de verschillende gewassen uit den grond opnemen. De precieze oorzaak van vele afwijkingen in den plantengroei, die terug te brengen zijn op z.g. „gebreksziekten”, is pas gebleken, nadat men kon aantonen, dat het zieke gewas minder van een bepaald bestanddeel bevatte dan een gezond gewas. Hetzelfde geldt voor vele ziekten en afwijkingen bij dieren, die gevoed werden met plantaardig materiaal, waarvan door gewasonderzoek bleek, dat een of ander element er niet in voldoende hoeveelheid of niet in een goede verhouding tot andere elementen in voorkwam.

In ons land heeft zich het gewasonderzoek het eerst burgerrecht verworven in verband met de veevoeding. Onderzoek van gras- of hooimonsters afkomstig van verschillende stukken of gebieden, die bij de vervoeding ongelijke resultaten in productie of conditie van het rundvee gaven, vindt men in de beide eerste decennien van deze eeuw herhaaldelijk gepubliceerd. Men zag daarbij wel in, dat naast het onderzoek op de organische bestanddeelen, die de eigenlijke voederwaarde van het gras bepalen, ook de belangrijke uit den grond opgenomen bestanddeelen, zooals kalk, fosfor en kali, bij het onderzoek moesten betrokken worden; immers bij deze bestanddeelen kon men in eerste instantie verschillen tusschen gras van diverse grondsoorten verwachten. Pas later kon van dierphysiologische zijde aangetoond worden, dat verschillende afwijkingen bij den gezondheidstoestand van het vee inderdaad aan tekorten van minerale stoffen in het opgenomen voer te wijten waren; ook sommige in kleine hoeveelheden uit den grond opgenomen elementen bleken hierbij van belang te zijn.

Daarnaast werd hier te lande ook vroegtijdig aandacht geschonken aan de samenstelling van het gewas in verband met vraagstukken van de bemestingsleer en de kennis van den grond en wel vooral door SJOLLEMA. Exacte lysi-

meterproeven maakten het verder noodig de hoeveelheden door den oogst aan den grond onttrokken plantenvoedingsstoffen te bepalen (HUDIG, MASCHHAUPT). Verder bepaalde MASCHHAUPT de samenstelling van een groot aantal gewassen op verschillende grondsoorten verbouwd, om daarmee de klassieke cijfers over de samenstelling van gewassen, die WOLFF in de tweede helft van de negentiende eeuw in Duitschland had verzameld, voor Nederlandsche omstandigheden te toetsen. Uit dit onderzoek groeide de studie van het vraagstuk, in hoeverre men uit de samenstelling van de gewassen een goeden indruk omtrent de beschikbare voorraden aan diverse voedingsstoffen in Nederlandsche gronden kon krijgen. Dit vraagstuk, in Duitschland door WAGNER, voortbouwende op de grondleggende onderzoekingen van LIEBSCHER en HELLRIEGEL, voor grasland nader uitgewerkt, werd voor Nederlandsche omstandigheden op grasland door VAN DAALLEN in studie genomen.

Met de toeneming van het aantal en de uitbreiding van den opzet der bemestingsproefvelden van onzen landbouwvoorlichtingsdienst, werd de vraag naar onderzoek van de chemische samenstelling der gewassen ook grooter en zoo zien wij het aantal gewasmonsters, dat voor de Rijkslandbouwconsulenten grootendeels via de *Regelingscommissie voor het Landbouwproefveldwezen* door het *Rijkslandbouwproefstation voor Veevoederonderzoek te Wageningen* werd onderzocht, vanaf 1929 gestadig aan toenemen, terwijl ook aan het *Rijkslandbouwproefstation te Groningen* het gewasonderzoek sinds 1931 uitvoeriger aangepakt werd door daarmee een scheikundige speciaal te belasten.

Het gewasonderzoek bij bemestingsproefvelden der landbouwconsulenten werd in de meeste gevallen met de hierboven geschetste tweeërlei bedoeling ondernomen, dus ten eerste beoordeeling van het geoogste product voor de veevoeding en ten tweede kennis van de samenstelling in verband met de werking der meststoffen en de grondgesteldheid. Bij de bemestingsproeven van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen is het gewasonderzoek vooral bewust naar voren gekomen als belangrijk onderdeel van de studie van het bodemvruchtbaarheidsprobleem.

Het grootste deel der onderzochte monsters van consulenten is van graslandproefvelden afkomstig, waarbij de invloed van de bemesting op de chemische samenstelling direct in verband met de eischen der veevoeding gebracht kan worden. Een ander belangrijk deel der onderzochte monsters, hoewel klein in vergelijking met de grasmonsters, heeft betrekking op fabrieksaardappelen, waarbij door het chemisch onderzoek van den knol een nader verband tusschen bemesting en zetmeelgehalte kan vastgesteld worden. Het aantal monsters van andere gewassen, granen, bieten, leguminosen, enz., die van bemestingsproeven der landbouwconsulenten werden onderzocht, is in verhouding tot gras en aardappelen betrekkelijk gering.

Gaandeweg is door de verandering van de bedrijfsvoering in de laatste jaren het gewasonderzoek *uitsluitend ten behoeve van de veevoeding* gaan overheerschen; maaitijd-stikstofproeven, bedrijfs- en ensilageproeven leveren nu het grootste deel van de onderzochte monsters. Daardoor is ongetwijfeld het gewasonderzoek in direct verband met bodemvruchtbaarheid, als zoodanig staande naast het grondonderzoek, eenigszins in het gedrang geraakt. Het totale materiaal, waarvan het gewasonderzoek zich in samenhang met grondgesteldheid en bemestingstoestand laat beschouwen, is intusschen voor ons land in de laatste tien jaren toch tot een omvangrijk geheel gegroeid. Schakelen wij hierbij de stikstofproeven, als niet in nauw verband met den blijvenden bodemtoestand staande, uit, dan heeft het gewasonderzoek vrijwel uitsluitend betrekking op fosforzuur- en kaliproefvelden; een samenvattende beschouwing zal zich dan ook in de eerste plaats op deze beide groepen van proeven richten.

Reeds eenige malen is door ons een deel van het materiaal der P- en K-proefvelden in ons land bewerkt in verband met de vraag, in hoeverre het gewasonderzoek op fosforzuur en kali in staat is aanwijzingen over de fosforzuur- en kaligesteldheid van den bodem te geven (1, 2). Daarbij is speciaal gelet op de mogelijkheid tot vaststelling van een grenswaarde voor het fosforzuur- of kaligehalte van het gewas of deel van het gewas, bij welke grenswaarde door P- of K-tekort een duidelijke opbrengstdepressie zou optreden. Er zijn echter, zooals reeds in het bovenstaande is uiteengezet, meer aspecten van het gewasonderzoek, die men bij een verwerking in deze eene richting buiten beschouwing laat. Wij noemden reeds de kennis van de hoeveelheid voedingsstoffen, die door een gewas onder bepaalde omstandigheden aan den grond wordt onttrokken en verder de mogelijkheid, om door het gewasonderzoek de mogelijke oorzaak van afwijkingen in den plantengroei vast te stellen. Meer in het algemeen zou men kunnen zeggen, dat het gewasonderzoek ons een indruk kan geven over den voedingstoestand van den grond, zooals de plant die gedurende de groeiperiode ondervindt. Voor dat begrip hebben wij destijds voor P en K resp. de termen *fosforzuur- en kaligesteldheid* ingevoerd. Wij zien nu, dat als regel alleen een onvoldoende voorziening van een gewas, dus een zeer slechte, resp. slechte tot matige P- of K-gesteldheid bij proefvelden in een opbrengstdepressie tot uiting komt, terwijl in sommige gevallen een te groote overvloed van een of andere voedingsstof, dus een te ruime P- of K-gesteldheid, ook de voedselopname van andere bestanddeelen kan storen en daardoor de opbrengst kan verlagen. Daar tusschen in ligt echter het grootste gebied van plantenvoedingstoestanden, waar men bij rationeele bodemcultuur het juiste gemiddelde moet trachten te vinden. Voor dit gebied is speciaal het gewasonderzoek van beteekenis. Zoo zullen er een groot aantal gevallen aan te wijzen zijn, waarbij een tekort aan een bepaalde voedingsstof

nog niet tot uiting komt in een teruggang van de opbrengst, maar waarbij een laag gehalte wel een aanwijzing is, dat onder omstandigheden van een vergroote voedselbehoefte, hetzij door extra hoge opbrengst of door verbouw van veel-eischende gewassen, een aanzienlijke opbrengstdepressie zou kunnen optreden. Daarnaast zijn er voorbeelden te over, dat het gewasonderzoek aantoonst, dat de voedselvoorziening van het gewas, dus de gesteldheid, te ruim is geweest; er is dan dus z.g. *luxeconsumptie* gepleegd, d.w.z. dat de plant door de beschikbare overmaat extra veel heeft opgenomen, zonder dat dit in een verhoogde opbrengst is omgezet. Men kan de verhouding van het verloop der opbrengst en van de voedselopname, per eenheid droge stof, als volgt globaal in een grafische voorstelling weergeven.

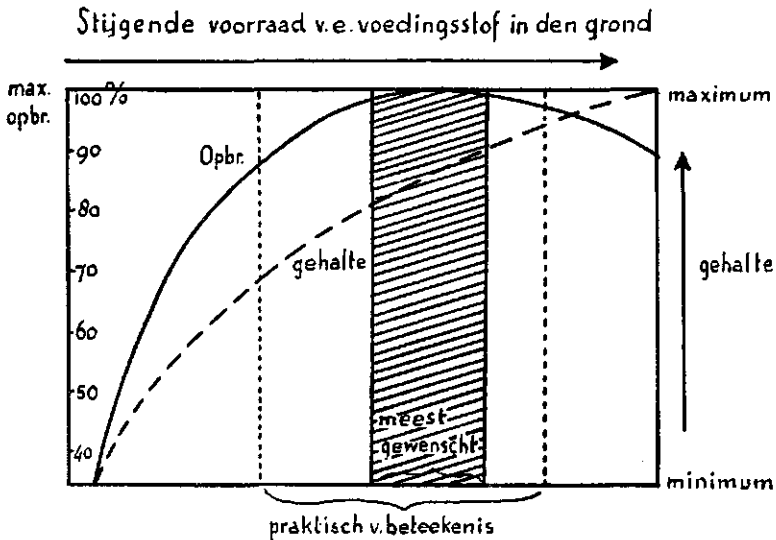


Fig. 1

Schematische voorstelling van het verloop van opbrengst en gehalte aan den voedingsstof bij stijgenden voorraad van die voedingsstof

De doorgetrokken lijn geeft den normalen vorm van opbrengstskromme bij stijgenden voorraad van een voedingsstof aan; aangenomen wordt, dat bij een te ruime voorziening weer eenige opbrengstdepressie optreedt. De gestreepte lijn geeft de hoeveelheid der betreffende voedingsstof in het gewas aan, hetzij betrokken op een gewichtseenheid hetzij op een opbrengst per oppervlakte-eenheid. Het gebied, dat praktisch van de meeste betekenis is, kan men zich tusschen de beide verticaal gestippelde lijnen denken; de meest gewenschte en meest economische voedingsgesteldheid zal ongeveer op het gearceerde strookje hier tusschen in liggen. In het gebied, waarmede men in de praktijk

het meest te maken zal hebben, komen slechts betrekkelijk geringe opbrengst-depressies voor, die veelal niet door afwijkende verschijnselen aan het gewas zijn te constateeren en vaak alleen bij nauwkeurig proefveldonderzoek zijn vast te stellen. In dit gebied tusschen de verticale stippellijnen vertoont echter de gehaltelijn meestal een aanzienlijke stijging, zoodat hiermede toch zeker de gevallen, die dicht bij één van de beide grenslijnen liggen, door lage of hooge gehalten van de bepaalde voedingsstof voor den dag komen.

Het spreekt natuurlijk vanzelf, dat een dergelijke beschouwingwijze, waaruit het belang van het gewasonderzoek kan blijken, ook voor het *grondonderzoek* kan gelden; de vele met vrucht uitgevoerde verwerkingen van grond-analysecijfers in verband met opbrengstcijfers, die in den loop der jaren aan het *Rijkslandbouwproefstation te Groningen* zijn verricht, betrekken hierbij soortgelijke beschouwingwijzen. Ten opzichte van het grondonderzoek is het gewasonderzoek echter in één punt in het voordeel, omdat de opbrengst o.a. direct een functie van de door de plant opgenomen hoeveelheid van een voedingsstof is; met den in den grond aanwezigen voorraad hangt de opbrengst echter slechts indirect via de voedselopname door de plantenwortels samen. Dit wil niet zeggen, dat daarom gewasonderzoek voor de kennis van de voedselvoorziening van de plant boven grondonderzoek zou zijn te verkiezen. In een vorige publicatie (2) hebben wij de voor- en nadeelen van gewasonderzoek in vergelijking met grondonderzoek besproken en er op gewezen, dat men de beide werkwijzen niet tegenover maar naast elkaar moet stellen. *Het directere verband tusschen plantensamenstelling en plantengroei geeft echter het gewasonderzoek een groote waarde als vaak verhelderende aanvulling bij het grondonderzoek, dat, mede omdat het vooraf kan geschieden, als massabepaling vrijwel altijd de voorkeur verdient.*

Het gewasonderzoek draagt daarom, onzes inziens terecht, in vele gevallen een individueel karakter en levert dan ook vaak de beste resultaten bij een afzonderlijke beschouwing van geval voor geval, waarbij men dan in het bijzonder rekening moet houden met de speciale omstandigheden, waarin een bepaald gewas gegroeid is. Dat anderzijds in sommige gevallen een statistische verwerking vruchtbaar kan zijn, wanneer men over een uitgebreid onderling goed vergelijkbaar materiaal beschikt, hebben wij bij vorige gelegenheden (1, 2) getracht te demonstreeren. Andere voorbeelden hiervan zijn gegeven door VAN GINNEKEN (3) met materiaal van suikerbietenproefvelden en door W. C. VISSER bij een serie P- en K-proefvelden in Noord-Groningen, waarvan t.z.t. de resultaten gepubliceerd zullen worden.

In deze verhandeling willen wij echter in hoofdzaak de beteekenis van het gewasonderzoek van P- en K-proefvelden aan de hand van individuele gevallen demonstreeren.

In hoofdstuk II wordt hiertoe het materiaal van eenige langjarige proeven als voorbeeld meer uitvoerig behandeld. Achtereenvolgens worden daarna behandeld: de veranderingen in samenstelling van verschillende gewassen bij P- en K-bemesting in hoofdstuk III; de invloed van de grondsoort op deze veranderingen bij bemesting in hoofdstuk IV; de hoeveelheden, die de gewassen onder gemiddelde omstandigheden aan den grond onttrekken en mogelijke verliezen hieraan tijdens of na den groei in hoofdstuk V. In hoofdstuk VI wordt dan nog de samenstelling van het gewas en de door het gewas onttrokken hoeveelheid aan P en K onder bijzondere omstandigheden, vooral bij ernstig gebrek of sterke overmaat, besproken, terwijl in hoofdstuk VII een overzicht van het sedert 1931 in Nederland verrichte gewasonderzoek wordt gegeven. Tenslotte volgt een samenvatting van de voornaamste gezichtspunten en resultaten.

HOOFDSTUK II

Uitvoerige behandeling van het gewasonderzoek van eenige langjarige proefvelden

I. Proefveld WF 31 bij S. Falkena te Harich

Als eerste voorbeeld kiezen wij een kaliproefveld op grasland van den *Rijkslandbouwconsulent te Leeuwarden*. Het proefveld is in 1930 aangelegd bij S. FALKENA te Harich, op een grond, die plaatselijk als goede zandgrond wordt aangeduid. Let men op de grondanalyse, die in 1933 verricht is, dan zou men liever van een lichten kleigrond willen spreken. De grond ligt ongeveer een halven meter boven de gemiddelde oppervlakte van het water in de slooten en verkeerde in goeden bemestingstoestand. Als gemiddelde van het grondonderzoek per veldje werd voor het geheele proefveld gevonden:

Laag	Klei	Grof zand	Fijn zand	Humus	CaCO ₃	pH
0— 5 cm	31½	35	22	12	0,07	7,1
5—20 cm	30	39	20	9½	—	6,2

Het proefveld omvat vier objecten in drievoud; de veldjes zijn 1 are groot. Als jaarlijksche kaligiften zijn gekozen: 0, 80, 160 en 240 kg/ha K₂O. In het eerste proefjaar 1930 is de kali als 20 %-kalizout gegeven, in de volgende jaren steeds als 40 %-kalizout. Voor de eerste snede werd in 1930 zwavelzure ammoniak en super gegeven, in de andere jaren steeds 1000 kg slakkenmeel en 300 kg chili. De eerste snede is steeds gehooïd, daarna werd steeds weer stikstof gegeven en geweid.

In de jaren 1930, 1931, 1932, 1934 en 1935 werd de opbrengst van de eerste snede als gras gewogen, waarvan het drogestofgehalte is vastgesteld; in eenige van deze jaren werd ook de hooiopbrengst bepaald. In de andere jaren, 1933, 1936 en 1937 werd de opbrengst alleen als hooi gewogen. In de eerstgenoemde proefjaren werden de mengmonsters per object van het *gras* voor chemisch onderzoek op stikstof (eiwitachtige stof), fosforzuur, kali, kalk en meestal ook asch gebruikt. In de andere jaren en tevens in 1935 werden de *hooi*monsters op gelijke wijze chemisch onderzocht. In 1935 is dus zoowel gras als hooi onderzocht.

Uit de botanische analyse in 1932 blijkt, zooals ook op het oog viel waar te nemen, dat het klavergehalte van slechts sporen in de veldjes zonder kali is opgeklommen tot gemiddeld ongeveer 2 % bij de hoogste kaligift. Verder bevat de grasmat vrij wat onkruiden; van de grassen treden op den voorgrond: ruw beemd, reukgras, engelsch raai en meelraai.

De volledige gegevens over dit proefveld vindt men in de jaarlijksche verslagen van den Rijkslandbouwconsulent te Leeuwarden. In fig. 2 geven wij nu een samenvatting van de belangrijkste resultaten. Voor elk proefjaar afzonderlijk zijn in deze grafiek tegen de kaligiften de opbrengsten aan droog gras of hooi in procenten van de hoogste opbrengst, het N-gehalte en het kaligehalte in de drogestof van het gras afgezet. De kruisjes geven aan, dat men met hooi te maken heeft; voor 1935 zijn de gegevens voor gras en hooi beide vermeld.

Beschouwen wij eerst de opbrengstcijfers. In alle jaren is steeds een duidelijke kaliwerking geweest; de opbrengsten van het object zonder kali varieren van 70 tot 94 % van de hoogste opbrengst. Men krijgt niet den indruk, dat het kaligebrek op het nulobject in den loop van de jaren veel groter is geworden. De hoogste opbrengst wordt in de drie eerste jaren verkregen bij bemesting met 80 kg kali, daarna meestal met 160 kg. Opvallend is verder, dat vooral in de beide eerste jaren met 160 en 240 kg kali een duidelijke opbrengstdaling in vergelijking met het object 80 kg kali wordt teweeggebracht. In latere jaren is meestal ook wel een aanwijzing van een weer dalende opbrengst bij bemesting met 240 kg kali waar te nemen, maar groot is dit effect dan niet meer. Behalve in 1931 is de overeenstemming der parallellen bevredigend; uit de opbrengstcijfers van droog gras en hooi in 1935 blijkt, dat het verloop van de opbrengsten door de hooibereiding aanzienlijk gewijzigd kan worden.

De kali- en stikstofcijfers in de drogestof van gras of hooi vertoonen groote variatie; er is een duidelijk verband tusschen beide grootheden. Bij een hoog stikstofgehalte over de heele linie vindt men de kaligehalten gemiddeld ook op een hooger niveau dan bij een laag stikstofgehalte. Op dit algemeen

geldende feit hebben wij reeds herhaaldelijk gewezen. Tijdens den groei van het gewas dalen speciaal de gehalten aan stikstof, fosforzuur en kali in de drogestof vrijwel parallel. Maait men dus het gras in een jong stadium, dan vindt men steeds een hoog stikstofgehalte en ten opzichte van een lateren maaitijd ook hooge kali- en fosforzuurcijfers.

Van de beide eerste proefjaren is ons de maaitijd niet bekend, maar gezien

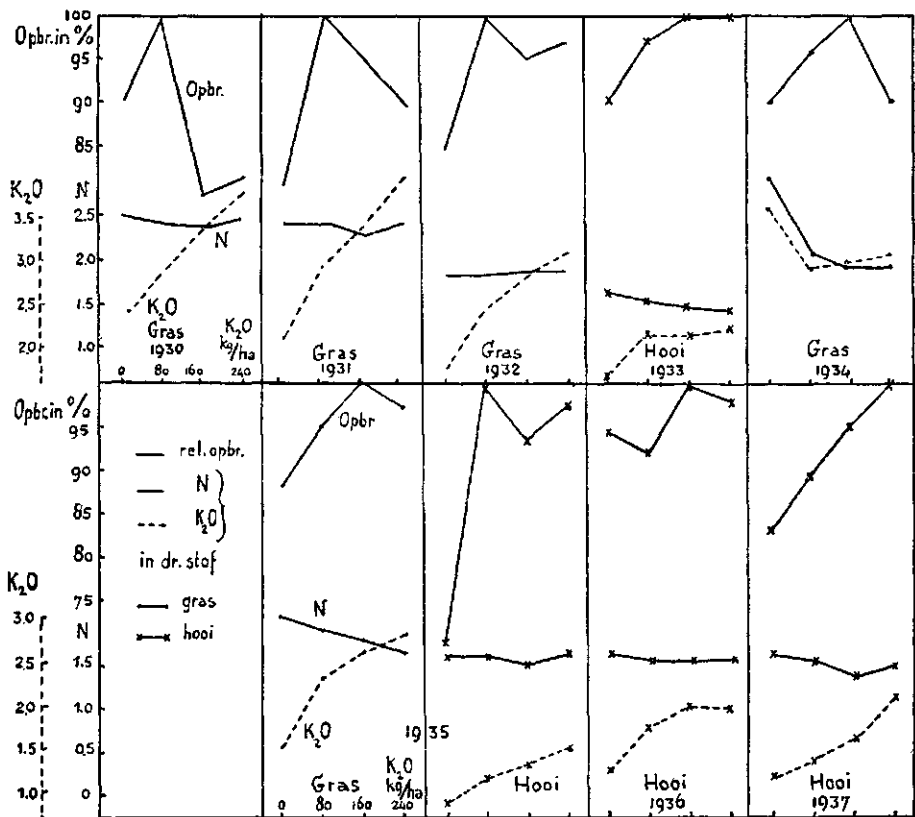


Fig. 2

WF 31, K-proefv. S. FALKENA, Harich

Jaarlijkse opbrengsten, K₂O- en N-gehalte van gras en hooi bij opklimmende K-giften

het hooge stikstofgehalte, zal dit in een jong stadium geweest zijn. In die jaren treedt tevens de sterkste stijging van het kaligehalte op bij toenemende bemesting, waardoor deze gehalten, ook bij het in aanmerking nemen van de hooge stikstofgehalten, bij de objecten 160 en 240 kali bijzonder hoog worden. Het is nu zeer waarschijnlijk, dat er verband gezocht moet worden tusschen de hooge kaligehalten in het gras bij bemesting met 160 en 240 kg kali en de

opbrengstdepressie, die bij deze objecten optreedt. Bij de verwerking van de gegevens van een grooter aantal proefvelden bleek namelijk herhaaldelijk, dat bij kaligehalten boven 3 % in het gras veel kans op een weer dalende opbrengst bestaat. Men zou hierbij o.a. kunnen denken aan een directe beschadiging van de grasmatten door de hoge kaligiften bij het uitstrooien; dan zou het verschijnsel echter evenzeer in jaren kunnen optreden, wanneer bij eenzelfde kaligift het kaligehalte lager is. Waarschijnlijker lijkt ons, dat door den overvloedigen kalivoorraad, die er in die jaren blijkens de hoge kaligehalten aanwezig is, de opname van andere basen door kali ongunstig beïnvloed wordt; in analogie met waarnemingen bij granen moet daarbij in de eerste plaats aan eenige terugdringing van de magnesiumopname en daarnaast ook van de kalkopname gedacht worden. Deze hypothese wordt echter althans door het verloop van de kalkgehalten niet bevestigd, aangezien bij stijgende kalitrappen de kalkcijfers slechts weinig dalen. Een complicatie hierbij is echter weer, dat de kalibemesting de ontwikkeling van kalkrijke klaver bevordert, zoodat een eventuele sterkere daling van het kalkgehalte der grassen weer gecompenseerd kan worden door een stijging van het kalkgehalte van het mengsel van grassen, klavers en onkruiden, wanneer het percentage klaver hierin stijgt.

Wat ook de verklaring moge zijn, de hoge kaligehalten bij de zwaar bemeste objecten, vindt men in andere jaren niet terug. Men zou hierbij aan een geleidelijken teruggang van de kaligesteldheid onder invloed van de gevolgde bemestingswijze kunnen denken, waarbij o.a. de regelmatige stalbemesting achterwege blijft. Men zou dan moeten aannemen, dat van de jaarlijks gegeven grootste kalihoeveelheid vrij wat uitspoelt in tegenstelling met kali uit stalmest; verondersteld wordt, dat bij het beweiden gedurende de rest van de groeiperiode slechts geringe kaliverliezen optreden. Bij een maximale kalionttrekking van 150 kg door de eerste snede zou men anders mogen verwachten, dat 240 kg kali toch zeker voldoende is, om de kaligesteldheid op peil te houden. Dat dit niet het geval is, blijkt ten eerste uit het grondonderzoek, dat slechts in 1933 is uitgevoerd en waarbij in de zodelaag de volgende kaligehalten zijn gevonden:

Bemesting:	0	80	160	240 kg/ha	K ₂ O
Grond 0—5 cm	14	22	24	19 mg/100 g	K ₂ O

Ten tweede ziet men in de latere jaren meestal, dat het kaligehalte van het gewas door de kleinste kaligift het meest stijgt, maar door de beide zwaardere giften weinig meer verandert; dit zou er, evenals de resultaten van het grondonderzoek op wijzen, dat in latere jaren in kaligesteldheid tusschen de drie kaliobjecten geen belangrijke verschillen meer bestaan. Ook hier moet

weer een restrictie gemaakt worden, doordat in drie jaren alleen hooi werd onderzocht, waarbij verliezen kunnen zijn opgetreden. In elk geval ziet men, dat in de latere jaren de resultaten bij de hoogste kalibemesting noch in mindere opbrengst noch in aan het vee geboden kalihoeveelheid gemiddeld afwijken van die bij een bemesting met 160 kg kali. Aannemende, dat een overmaat kali voor het vee ook niet gewenst is, kan men dus den toestand, die in verloop van de jaren op dit veld bij bemesting met 160 of 240 kg kali is ontstaan, gunstiger achten dan in de eerste jaren. De grootste gift biedt hierbij echter geen enkel voordeel.

Beschouwen wij nu de gehalten van het object zonder kali. Men ziet dan, dat het cijfer in 1934 geheel uit de reeks valt. Zoowel het kali- als het stikstofgehalte is speciaal voor dit object abnormaal hoog. Er is dat jaar vroeg gemaaid, op 27 Mei, zoodat het gras over het geheel in een vrij jong groeistadium heeft verkeerd; het stikstofgehalte van de kaliobjecten, gemiddeld 1,93 % is hiermede in overeenstemming. Bij het kalilooze object is het N-gehalte van 2,86 % echter abnormaal hoog, hetgeen zou wijzen hetzij op een geheel van de andere objecten afwijkende wijze van groei, hetzij op een monsterneming van het gras, die den gemiddelden toestand minder goed vertegenwoordigt; de laatstgenoemde oorzaak van het afwijkende cijfer lijkt waarschijnlijk.

Schakelt men dit cijfer van 3,53 % bij het nul-object in 1934 uit, dan ziet men, dat de kaligehalten bij het nul-object van het gewas in den loop der jaren terugloopen. Stellen wij de stikstof- en kalicijfers voor gras en hooi van dit object nog eens naast elkaar, dan vinden wij:

TABEL 1

WF 31, N en K₂O-gehalten in de drogestof zonder K-bemesting

	Gras			Hooi	
	% N	% K ₂ O		% N	% K ₂ O
1930	2,45	2,26	1933	1,54	1,58
1931	2,37	2,02	1935	1,73	0,86
1932	1,74	1,71	1936	1,60	1,25
1935	2,05	1,60	1937	1,62	1,23

Ook indien men rekening houdt met de verschillende hoogte van de stikstofcijfers, zit er wel een kleine aanwijzing in de cijfers, dat de kaligesteldheid van het nul-object in den loop van de jaren wat terugloopt, hetgeen dus zou overeenstemmen met het beeld bij de zwaar bemeste objecten. Ook bij het object met 80 kg kali lijkt een soortgelijk verloop op te treden. Dit zou dus wijzen op een geringen teruggang van het kaliniveau over het geheele veld. Men zou

hierbij echter dan ook een toenemen van het kaligebrek bij het object zonder kali verwachten, hetgeen, zooals wij reeds bespraken, niet optreedt. Hier is dus eenige tegenspraak tusschen opbrengsteijfers en uitkomsten van het gewas-onderzoek.

Over de kalionttrekking door het gewas kunnen wij kort zijn. Bij een graslandproefveld, dat gedurende een groot deel van de periode van grasgroei geweid wordt, waarbij uiteraard de verdeeling van de kali over het veld zeer onregelmatig zal kunnen zijn, heeft een berekening hierover door de jaren heen weinig beteekenis. Bovendien vormen de gehaltecijfers in het gras, voor het geval dat dit op het veld blijft liggen, om tot hooi gemaakt te worden, geen goede basis. Wij noemden reeds de kans op kaliuitspoeling bij regen bij het liggen in het zwad, waardoor de kalionttrekkingen na hooiing kleiner kunnen zijn dan na een grasoogst, die b.v. voor inkuilen direct verwijderd wordt. De cijfers over 1935, die hierop betrekking hebben, zullen wij in hoofdstuk V tezamen met dergelijke gegevens van andere graslandproefvelden bespreken.

Tenslotte beschouwen wij de eveneens regelmatig bepaalde kalk- en fosforzuurcijfers in vergelijking met de reeds besproken stikstof- en kaligehalten. Aangezien er voor fosforzuur en kalk slechts geringe verschillen tusschen de objecten bestaan, geven wij in de volgende tabel alleen de gemiddelde waarden voor de drie met kali bemeste objecten.

TABEL 2

*WF 31, Gemiddelde gehalten in gras en hooi van met kali bemeste objecten
(gerangschikt naar afdalend stikstofgehalte)*

Jaar	Procenten van de drogestof van gras of hooi			
	N	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
1930	2,39	0,99	1,08	3,28
1931	2,35	0,98	0,93	3,34
1934 } gras	1,93	0,83	0,82	2,94
1932	1,79	0,78	0,97	2,72
1935	1,79	0,75	0,85	2,62
1935	1,64	0,60	0,65	1,35
1936	1,53	0,61	0,63	1,90
1937 } hooi	1,47	0,63	0,81	1,74
1933	1,39	0,58	0,79	2,11

In nog sterkere mate dan bij kali, loopt het fosforzuurgehalte parallel met het stikstofgehalte. De hooimonsters met de laagste stikstofcijfers zijn

dan ook arm aan fosforzuur, terwijl ook de kaligehalten, zooals wij reeds zagen, ondanks de bemesting laag zijn. Ook de kalkgehalten zijn het laagst in de hooimonsters, hoewel hierbij overigens geen duidelijke paralleliteit met de stikstof te constateeren is. Bij de hier niet vermelde cijfers van het object zonder kali liggen, zooals ook in fig. 2 te zien is, de stikstofcijfers gemiddeld 0,09 % hooger (1934 uitgeschakeld) dan bij de gemiddelde kalibemesting; ook het fosforzuurgehalte is dan 0,03 % hooger. Bij weglaten van de kali zou men bij afnemend kaligehalte een duidelijker toename van het kalkgehalte verwacht hebben; dit is slechts zeer gering en bedraagt gemiddeld slechts 0,04 % CaO. Over het geheel is met uitzondering van het kaligehalte de samenstelling van het gras, voor zoover nagegaan, weinig varieerend bij verschillende kalibemesting; groeistadium en weersomstandigheden oefenen hierop meer invloed uit.

Gaan wij samenvattend nog eens de punten na, die door het gewasonderzoek op dit proefveld naar voren zijn gekomen.

1°. *de duidelijke invloed van kalibemesting op het kaligehalte van het gras of hooi*; bij weglaten der kalibemesting vooral in latere jaren lage K-gehalten, bij opklimmende kaligiften in het begin sterk stijgende gehalten, later geringere verschillen.

2°. *de groote invloed van het groeistadium op stikstof-, fosforzuur- en kaligehalten* en daardoor een nauwe correlatie tusschen N- en K_2O -cijfers. Tengevolge van het maaïen in wisselende groeistadia en ook door analyseering ten deele als hooi en gras is het moeilijk een beeld van het algemeene verloop der kaligesteldheid door de jaren heen te krijgen.

3°. *behalve in het kaligehalte slechts een geringe invloed van de kalibemesting op de samenstelling van het gras*.

4°. *een inzicht in verliezen aan diverse bestanddeelen bij hooibereiding*; dit punt zal later met andere gegevens samen besproken worden.

II. *Proefveld Pr 87 op de proefboerderij te Emmercompascuum*

Als tweede voorbeeld kiezen wij een fosforzuurproefveld op bouwland, in 1930 door het *Rijkslandbouwproefstation te Groningen* op pas ontgonnen dalgrond op de *proefboerderij te Emmercompascuum* aangelegd. Het proefveld wordt verzorgd door den *cultuurchef der proefboerderijen* E. JONKER; de leiding van de proef en de verwerking van de gegevens berust bij Dr. C. W. G. HETTERSCHIJ, scheikundige aan het *Rijkslandbouwproefstation*. De jaarlijksche gegevens over dit proefveld vindt men in de verslagen der proefboerderijen te *Borgercompagnie* en *Emmercompascuum*; wij vermelden hiervan slechts

enkele. Het proefveld omvat zeven objecten, waarvan vier in vijfvoud, twee in drievoud en één (het object zonder P) in tweevoud; de objecten vormen een opklimmende serie P-hoeveelheden, n.l. 0, 25, 50, 75, 100, 150 en 200 kg/ha P_2O_5 . Bij de ontginning werd geen fosforzuur gegeven. In 1930 werd het fosfaat als super gegeven, daarna drie jaren als slakkenmeel en vervolgens steeds als fosforzure voederkalk of fertiphos, dus als tweebasisch kalkfosfaat. In 1937 werd het proefplan gewijzigd met dien verstande, dat de objecten, 25, 50, 75 en 150 kg fosforzuur, in dat jaar en ook in 1938 geen fosforzuur ontvingen. De pH van dezen jongen grond varieert van ongeveer 5,0—5,6; het humusgehalte wisselt uiteraard nog al en bedraagt in de laatste jaren gemiddeld 5—6 %.

Naast grondonderzoek op fosforzuur, dat gewoonlijk eenige keeren per jaar is geschied, is vanaf 1932 jaarlijks geregeld chemisch onderzoek van de oogstproducten verricht; bovendien werd in 1936 op eenige tijdstippen gedurende den groei monsters van het gewas voor chemisch onderzoek verzameld. In fig. 3 geven wij nu resp. voor drie aardappeljaren en voor vier graan jaren (twee keer rogge en twee keer wintertarwe) de opbrengstcijfers in procenten van het maximum, de fosforzuurgehalten in de drogestof resp. van knol en van korrel en stroo + kaf afzonderlijk en de P-getallen na den oogst. Het P-getal en het hier niet vermelde P-citr-cijfer geven op min of meer parallele wijze bij dezen grond den fosforzuurtoestand aan.

Laten wij eerst de beide jaren 1937 en 1938 met veranderd proefplan buiten beschouwing, dan blijkt, dat behalve in 1932 bij rogge in de overige vier jaren het object zonder fosforzuur steeds in opbrengst zeer sterk bij de overige objecten achterblijft; ook in de beide eerste niet vermelde jaren 1930 en 1931, toen aardappelen werden verbouwd, liggen de opbrengsten van het object zonder P op hetzelfde peil. Met 25 kg P_2O_5 wordt in de hier genoemde steeds jaren een opbrengst verkregen, die slechts weinig onder het maximum blijft, terwijl dan tusschen de volgende objecten weinig verschil in opbrengst meer bestaat. Zoodra echter in de jaren 1937 en 1938 de fosfaathemesting wordt weggelaten bij de objecten, die eerst 25, 50 en 75 kg ontvingen, dalen de opbrengsten en krijgt men een geleidelijk verloopende opbrengstcurve, die dan bij de laagste fosfaatgift van 100 kg pas dicht bij het maximum komt. Het weglaten van fosforzuur gedurende twee jaren op het object, dat eerst 150 kg kreeg, geeft nog geen verlaging van opbrengst.

De fosforzuurgetallen in den grond vertoonen een zeer regelmatig verloop in alle jaren; de cijfers vertoonen een fraaie aftrapping bij de verschillende bemesting en reageeren ook duidelijk op het weglaten van het fosforzuur bij het gewijzigde proefplan in 1937 en 1938.

Beschouwen wij nu de fosforzuurgehalten van het gewas. In de drie

aardappelijaren, waarin steeds Thorbecke werd verbouwd, valt een zeer regelmatig verloop van de fosforzuurgehalten in de drogestof van den knol te constateeren; de gehalten variëren van 0,2 bij zonder P tot 0,8 % P_2O_5 bij de hoogste fosfaatbemesting. Het meest opvallende hierbij is, dat de ge-

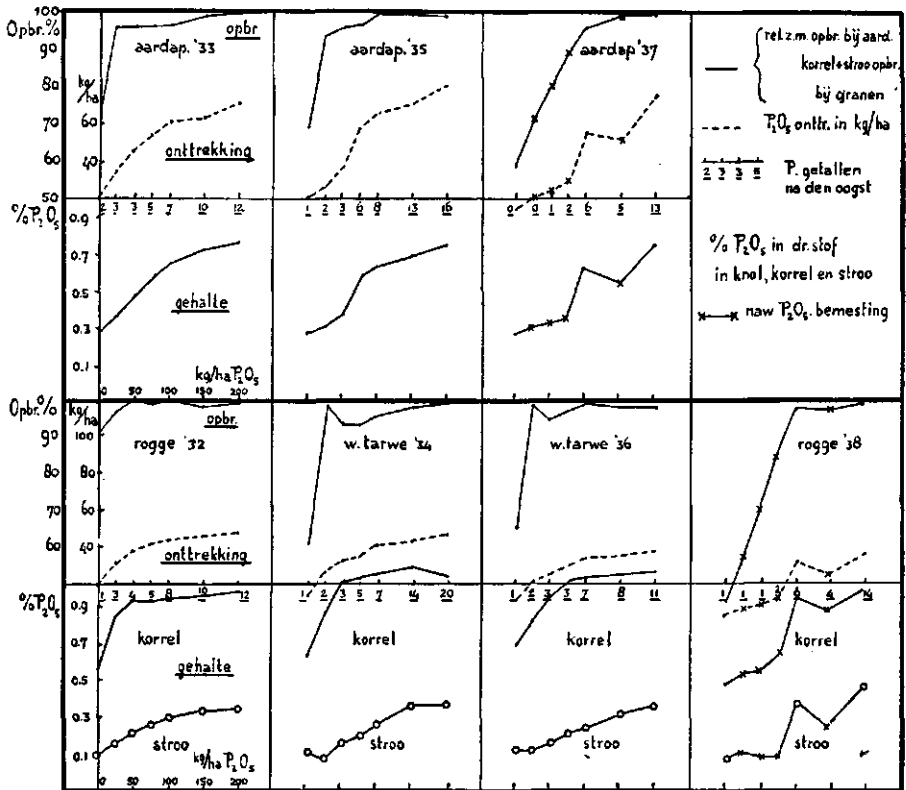


Fig. 3

Pr 87, P-proefv. proefb. te Emmercompascuum

Jaarlijksche opbrengst, P_2O_5 -gehalte en P_2O_5 -onttrekking van den oogst bij opklimmende P-trappen

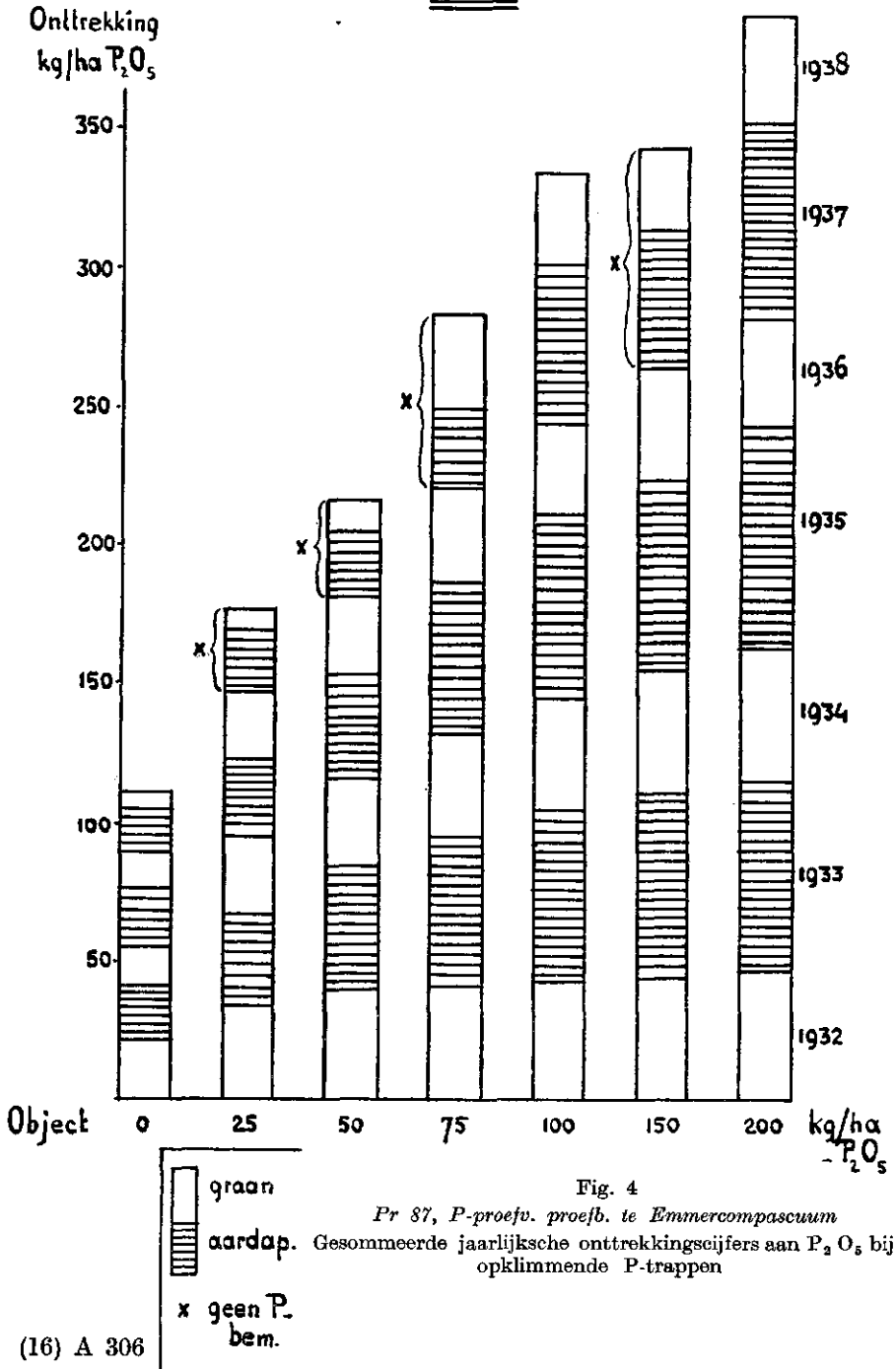
halten in de aardappelen nog sterk stijgen, wanneer de opbrengst reeds vrijwel maximaal is. Verder reageeren de gehaltcijfers duidelijk op het weglaten van fosforzuur in 1937, zooals dit ook bij het grondonderzoek tot uiting komt.

Voor de graangewassen beschouwen wij de samenstelling van het zaad en van het stroo, waarbij ook het kaf wordt gevoegd, afzonderlijk. Ook hier valt in de vier jaren een groote regelmatigheid te bespeuren. Het zaad heeft zonder P steeds een zeer laag gehalte; met 25 kg blijft dit ook nog wat onder een normale waarde, maar met 50 kg fosforzuur vindt men een behoorlijk

fosforzuurcijfer, dat bij hogere giften nog eenigszins stijgt; abnormaal hoog wordt het fosforzuurgehalte in de korrel nooit. Men krijgt verder den indruk, dat voor tarwe de cijfers iets hoger dan voor rogge liggen. In het stroo is het verloop van de fosforzuurgehalten min of meer andersom dan in de korrel; de kleinste P-gift, die in de korrel het gehalte het meest doet stijgen, heeft hier vrijwel geen invloed op, behalve in 1932, toen gezien de hoge opbrengst, 25 kg P_2O_5 blijkbaar een goede P-gesteldheid teweegbracht. Bij de zwaardere P-giften zien wij echter in het stroo juist een duidelijke gehaltetijging, terwijl dan in de korrel het P-gehalte weinig meer verandert. Opmerkelijk zijn de zeer lage fosforzuurgehalten in korrel en stroo in 1938 bij de objecten met vroeger 25, 50 en 75 kg fosforzuur. Met de stijgende relatieve opbrengsten van 47 tot 85 % stijgen dan ook de gehalten in de korrel 0,48—0,54—0,55—0,65, terwijl in het stroo de gehaltcijfers constant zeer laag (0,08—0,10) blijven. Met 100 kg P_2O_5 , dus een ruime P-voorziening, komen dan de gehalten in korrel en stroo op normaal resp. hoog peil. Bij het weglaten van fosforzuur, na 7 jaar 150 kg, wijst vooral het reeds aanzienlijk gedaalde gehalte in het stroo er op, dat de eertijds ruime P-voorziening hier nu al aanzienlijk is verminderd.

De fosforzuurgehalten van den aardappel klimmen dus regelmatig met stijgende P-voorziening op, terwijl in het graan de gehalten in de korrel vrijwel alleen van een slechte tot een voldoende P-gesteldheid toenemen; bij hogere P-giften, waarbij van een ruime P-gesteldheid gesproken kan worden, maar waarbij geen verdere opbrengststijging plaats vindt, nemen juist de gehalten in het stroo toe. Wij zullen dit karakteristieke verschil ook bij verdere bespreking van fosforzuurgehalten van proefveldmonsters tegenkomen, waarbij ook op de verdeling van fosforzuur tusschen de verschillende plantenorganen nader zal worden ingegaan.

Beschouwen wij nu de door de gewassen in den loop der jaren opgenomen hoeveelheden fosforzuur. In fig. 4 is per object voor de zeven jaren van 1932 tot 1938, waarin gewasonderzoek is geschied, de hoeveelheid door het gewas onttrokken fosforzuur gesommeerd; de hoeveelheden, die de graanoogsten bevatten, zijn door open kolommen aangegeven; voor de aardappelen zijn de kolommen gearceerd. In de eerste plaats blijkt, hetgeen ook al uit het verloop der gehaltcijfers was op te maken, het verschil in fosforzuuropname tusschen eerste en laatste object per oogst bij de granen veel kleiner dan bij de aardappelen te zijn; bij de granen is dit verschil resp. 37, 31, 27 en 33 kg, bij de aardappelen resp. 51, 60 en 58 kg P_2O_5 . Dit wordt vooral veroorzaakt, doordat bij de zwaarste bemesting de aardappelen zooveel meer fosforzuur opnemen dan de granen; gemiddeld bedraagt dit 75 tegenover 43 kg. Bij het object zonder fosforzuur daarentegen lopen deze bedragen met gemiddeld

Pr. 87

19 kg voor een aardappeloogst en $13\frac{1}{2}$ gemiddeld voor rogge of tarwe slechts weinig uit elkaar. Zoo nemen de granen op dit proefveld van de tweede honderd kilo der jaarlijksche bemesting in vergelijking met de eerste honderd nooit meer dan 5 kg fosforzuur op, terwijl dit bij de aardappelen maximaal 19 kg bedraagt.

De wisselende grootte der onttrekking in de verschillende jaren hangt natuurlijk nauw samen met de absolute opbrengsten, die vrij wat uiteen loopen. Het is namelijk opmerkelijk, dat de fosforzuuropname *per eenheid drogestof* voor een bepaald object op dit proefveld van jaar tot jaar juist zoo weinig uiteenloopt. Zoo bedraagt deze voor het object zonder P in de eerste zes jaren zoowel voor rogge, tarwe als aardappelen steeds per 100 kg 260—310 g P_2O_5 ; alleen in het laatste jaar met zeer lage opbrengsten en blijkbaar erg fosforzuurgebrek bij rogge wordt dit bedrag 180 g. Voor het zwaarst met P bemeste object loopt de opname, zooals wij reeds zagen, voor granen en aardappelen wat meer uiteen, maar ook hier vindt men weinig variatie voor de verschillende jaren; per 100 kg voor granen 550—640 g, voor aardappelen 730 tot 770 g.

De aanzienlijke verschillen in fosfaatonttrekking tusschen de objecten, wanneer men de jaarlijksche hoeveelheden sommeert, blijken duidelijk uit fig. 4. Daarbij zijn de totale bedragen bij de kolommen met twee jaar nawerking niet geheel vergelijkbaar met de andere. Toch ziet men wel, dat een kromme door de gesommeerde fosforzuuronttrekkingscijfers een min of meer asymptotisch verloop zal hebben; dat wil dus zeggen, dat van de kleine giften naar verhouding veel meer fosforzuur wordt opgenomen dan van de groote. Trekt men bij alle kolommen het totale bedrag voor het object zonder P af en betreft men dan deze meerdere opname per object op de in deze zeven jaar gegeven P-bemesting, dan blijkt van de bemesting bij opklimmende giften resp. 54, 42, 41, 32, 31 en 20 % door het gewas opgenomen te zijn. Deze cijfers zijn in vergelijking met andere gronden betrekkelijk hoog; daarbij moet nog bedacht worden, dat het aftrekken van de totale P-hoeveelheid van het onbemeste object vermoedelijk nog een te ongunstig beeld geeft. Immers bij voldoende voorziening zal de reserve in den grond veel minder aangetast worden, dan wanneer deze reserve de eenige fosforzuurbron voor het gewas is, zooals op het nulobject. Bij vergelijking met andere gronden blijkt wel, dat deze nieuwe dalgrond het fosforzuur blijkbaar uiterst gemakkelijk ter beschikking stelt, waardoor b.v. een jaarlijksche gift van 25 kg P_2O_5 na de twee niet besproken eerste jaren 1930 en 1931, in de vijf volgende jaren gemiddeld een opbrengst van 97 % van de maximale kan geven; hiermede gaat ook de zoo hoge „benuttingswaarde” van 54 % opgenomen fosforzuur van de gegeven bemesting gepaard.

Vatten wij de voornaamste punten, die bij het gewasonderzoek op dit proefveld ter sprake komen nog eens kort samen.

1°. *de regelmaat der fosforzuuropname in de verschillende jaren en de gevoelige wijze, waarop de fosforzuurgehalten op verandering van de fosforzuur gesteldheid reageeren.*

2°. *de stijging van de fosforzuuropname bij grootere giften, ook indien de opbrengst niet meer verandert; opvallend is hierbij ook het verschillend gedrag tusschen aardappelen en granen en de verschillende wijze van verdeeling van het fosforzuur tusschen korrel en stroo.*

3°. *de door de verschillende oogsten onttrokken hoeveelheden fosforzuur, die voor aardappelen bij de zwaarste bemesting 75 % hooger liggen dan voor granen; van de gegeven bemestingen wordt per object een zeer verschillend percentage door het gewas opgenomen; over het algemeen blijken deze percentages voor dezen grond hoog te zijn.*

III. Pr 172, Kaliproefveld op bouwland bij T. L. Wiersum te Eenrum

Het derde proefveld, dat wij uitvoerig willen bespreken, is Pr 172, een kali-proefveld op zavelgrond bij T. L. WIERSUM te Eenrum. Het proefveld is in 1923 door Ir. J. G. MASCHHAUPT aangelegd op een ouden lichten zavelgrond met twee objecten in viervoud resp. zonder en met 150 kg K_2O jaarlijks. Het zandgehalte van dezen grond is gemiddeld 80,5 %, waarvan 10 % grof en 70,5 % fijn zand; het humusgehalte is 2,5 %. De grond bevat nog 0,02 % koolzure kalk; in 1937 was de pH ongeveer 7,2, het P-getal 4 en het P-citricijfer 34. Het oorspronkelijk proefplan werd tot en met 1930 voortgezet; in 1931 t/m 1933 werd op alle veldjes kali weggelaten. In 1934 werden alle veldjes gehalveerd en een nieuw proefplan opgesteld met acht objecten in tweevoud. Wij bespreken hier alleen de gegevens vanaf dat jaar; voor gegevens uit vroegere jaren kan naar de literatuur verwezen worden [zie (4) en (5)]. Het plan van dit proefveld, dat sedert 1934 onder leiding van Dr. C. W. G. HETTERSCHIJ staat, is sindsdien herhaaldelijk gewijzigd ter verkrijging van de meest gewenschte kalitoestanden. Tabel 3 geeft een overzicht van de jaarlijks gegeven kalihoeveelheden, die steeds als zwavelzure kali zijn toegediend.

Men ziet uit deze tabel dat zoowel van de oorspronkelijke nul-veldjes als van de oorspronkelijke K-veldjes één object steeds zonder K is gelaten, terwijl getracht is door wisselende K-bemesting op de andere zes objecten een groot traject van kalitrappen te verkrijgen. In fig. 5 hebben wij, evenals bij de beide vorige proefvelden, de voornaamste gegevens samengevat. De rangschikking der objecten op de horizontale as is in verband met de wisselende bemesting niet steeds gelijk. In de eerste jaren is voor de nawerking der oude kalibemes-

TABEL 3

Pr 172 Kalibemesting in opeenvolgende jaren in kg/ha K₂O

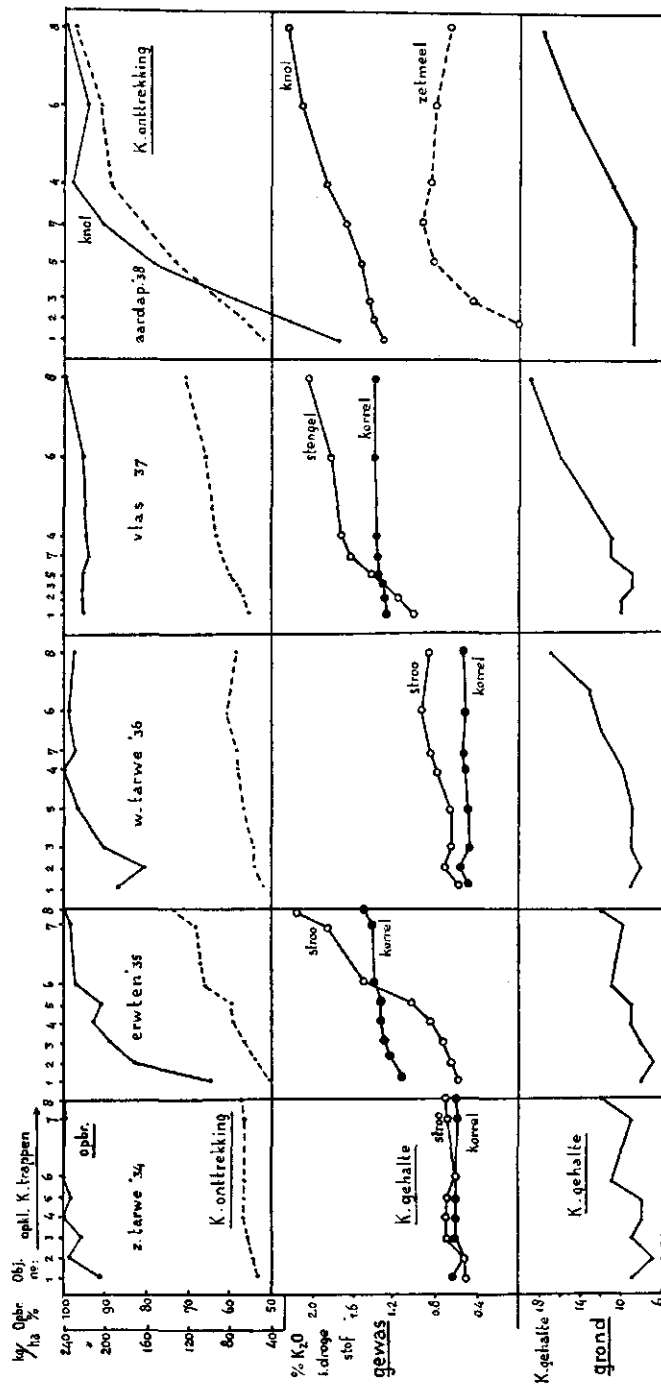
Objectno.	t/m 1930	1934 en 1935	1936	1937	1938
1	0	0	0	0	0
2	150	0	0	0	0
3	0	50	50	0	50
4	150	50	200	100	200
5	0	100	100	0	100
6	150	100	250	200	300
7	0	200	150	50	150
8	150	200	300	300	400

ting jaarlijks een eenigszins willekeurig bedrag van 25 kg bij de gegeven bemesting opgeteld. Bij de groote giften in latere jaren is deze hoeveelheid, als te verwaarloozen, buiten beschouwing gelaten, maar is daarentegen met de kalibemesting in een voorafgaand jaar bij de plaatsing op de abscis rekening gehouden; de nummers der objecten uit tabel 3 zijn bovenaan de fig. vermeld. Onder elkaar zijn in de figuur geteekend de relatieve opbrengst in procenten van het maximum, de kali-onttrekking door het gewas in kg/ha, de gehalten in korrel en stroo + kaf, resp. in den knol, betrokken op drogestof en tenslotte het kaligehalte in den grond (bouwvoor), bepaald na den oogst door extractie met 0,1 n HCl.

Bij beschouwing van de relatieve opbrengstcijfers ziet men, dat de gewassen zeer ongelijk op de verschillende kalitoestanden reageeren, zooals trouwens algemeen bekend is. Zomertarwe in 1935 en vlas in 1937 vertoonen de geringste reactie op kali, wintertarwe in 1936 en erwten geven in 1935 een zeer duidelijk effect van de kalibemesting; aardappelen reageeren in 1938 bijzonder sterk op kali en geven bij opklimmende giften een zeer geleidelijke stijging van de opbrengst tot 200 kg kali toe. Deze verschillen zijn goed in overeenstemming met de resultaten in voorafgaande jaren, toen ook reeds een dergelijk groot effect bij aardappelen was verkregen en ook erwten, wintertarwe en daarbij nog klaver een flinke reactie op de kalibemesting lieten zien.

De belangrijke verschillen in kaligesteldheid, die er blijkens de opbrengstcijfers voor erwten, wintertarwe en aardappelen bestaan, komen in de kaligehalten van den grond na den oogst niet tot uiting; alleen bij de kaligiften van meer dan 100 kg ziet men een duidelijke stijging.

Beschouwen wij nu de kaligehalten in de oogstproducten. Het zaad van zomer- en wintertarwe bevat, zooals altijd, weinig kali; eenige invloed van de kalibemesting op dit gehalte is niet te constateeren; ook dit is een normaal verschijnsel. Opvallend is echter het lage kaligehalte in het tarwestroo, dat bij



zomertarwe slechts zeer weinig door de bemesting stijgt en met 0,67 % bij de hoogste bemesting aanzienlijk onder een normaal cijfer van ongeveer 1,2 % blijft; bij wintertarwe is het gehalte zonder kali weinig hooger, maar de stijging is wat grooter, zoodat het hoogste gehalte van 0,94 % niet meer zoo abnormaal laag is. Een geheel ander beeld vertoonen vlas en erwten. Ten eerste bevat de korrel hierbij steeds meer kali dan bij de granen; bij erwten is verder ook bij de korrel een duidelijke, zij het dan ook vrij geringe, stijging van het kaligehalte bij meer kali te constateeren. In de vlasstengel, en vooral ook in het erwtenstroo, stijgt echter de kaliopname zeer sterk bij hoogere kaligiften; daarbij reageert de vlasstengel het duidelijkst op de verschillen bij lage kaligiften, terwijl bij erwten vooral bij de hooge giften een sterke stijging in het kaligehalte van het stroo optreedt. In den aardappelknol is, zooals te verwachten is, het eect van de stijgende kaligiften op het gehalte zeer duidelijk; het verloop is hierbij bijzonder regelmatig. Een juister beeld van de verandering van de kaliopname bij verschillenden kalivoorraad voor deze vijf gewassen, krijgt men, wanneer men het kaligehalte van het geheele gewas uitrekt. Wij vermelden hier deze cijfers alleen voor de beide uiterste objecten.

TABEL 4

Pr 172. Kaligehalte in de drogestof

	Zomertarwe korrel + stroo	Wintertarwe korrel + stroo	Aardappel- knol	Erwten korrel + stroo	Vlas korrel + stengel
Zonder kali . .	0,57	0,57	1,34	0,88	1,11
Hoogste kalitrap	0,65	0,77	2,28	1,85	2,09

Per eenheid drogestof zijn de beide tarwes het armst aan kali zoowel zonder als met kalibemesting, terwijl aardappelen in beide gevallen het rijkst hieraan zijn. Tusschen aardappelen en vlas is betrekkelijk slechts weinig verschil. Bij deze gewassen en ook bij erwten stijgt de kaliopname gelijkelijk van laagste naar hoogste kalitrap, waarbij nog in aanmerking genomen moet worden, dat de hoogste gift bij erwten 200, bij vlas 300 en bij aardappelen 400 kg K_2O bedraagt.

Het is merkwaardig, dat er blijkbaar geen verband bestaat tusschen het reageeren van de opbrengst op kalibemesting en de wijze van kali-opname. Zoo bevatten aardappel en vlas zonder kalibemesting per eenheid drogestof vergelijkbare hoeveelheden kali en neemt deze kalihoeveelheid bij zware bemesting ook zoowat op dezelfde wijze toe; een dergelijke bemesting doet echter de opbrengst

van vlas ongeveer niet stijgen, terwijl deze bij aardappelen met 187 % ten opzichte van zonder kali toeneemt. Vlas had dus onder deze proefomstandigheden eigenlijk geen kali nodig gehad; de 60 kg kali, die meer opgenomen worden bij een bemesting met 300 kg K_2O , beteekenen dus een z.g. luxe-consumptie. De 160 kg kali, die bij eenzelfde kaligift door de aardappelen, meer is opgenomen dan bij het object zonder kali, is daarentegen noodig geweest voor het produceeren van een gewas zonder kaligebrek met volledige opbrengst.

Bij de aardappelen moeten wij nog wijzen op het zetmeelgehalte van de knollen, dat langs chemischen weg volgens de methode EWERS is bepaald; er treedt een maximum in het zetmeelgehalte bij bemesting met 150 kg K_2O op. Men vindt hierbij dus hetzelfde verschijnsel, dat zoo vaak bij aardappelen op zand- of dalgrond kan worden vastgesteld, n.l. dat aardappelen met het hoogste zetmeel- en drogestofgehalte ongeveer 1,7 % kali in de drogestof bevatten; bij meerdere kali-opname en daardoor een hooger gehalte in den knol stijgt het vochtgehalte en daalt dus het gehalte aan drogestof en ook aan zetmeel; sterk kaligebrek geeft steeds kleine en zeer zetmeelarme knollen.

De lijnen, die in figuur 3 de kali-onttrekking per gewas in kg/ha aangeven, vertoonen natuurlijk, gezien de belangrijke verschillen in opbrengstverloop eenerzijds en verloop der gehaltcijfers anderzijds, een verschillend beeld. Bij de twee kalilooze objecten blijven de onttrekkingscijfers voor alle vijf gewassen van dezelfde grootte. Verbouwt men er geen sterk kali-opnemend gewas, zooals bieten, dan bedraagt hier de jaarlijksche onttrekking 55 ± 13 kg/ha K_2O . Geeft men jaarlijks 50 kg kali, dan nemen de gewassen gemiddeld 18 kg kali meer op dan zonder kalibemesting. Hoe zwaarder men bemest, hoe sterker de kali-opname voor de diverse gewassen uiteenloopt. Zoo bedraagt b.v. met 200 kg kali bij zomertarwe de kaliopname slechts 67 kg bij aardappelen echter 197 kg kali.

Het betrekkelijk vlak verloop van de lijnen, die de kali-onttrekking aangeven, wijst er wel op, dat de luxe-consumptie — dus de hoeveelheid kali, die meer wordt opgenomen bij zware bemesting, zonder dat de opbrengst verder stijgt — niet zoo groot is; voor de vijf hier beschouwde proefjaren bedraagt dit luxe-verbruik per jaar niet meer dan 25 kg kali. Wij zullen zien, dat speciaal bij zandgronden dit bedrag aanzienlijk hooger kan liggen.

Beschouwen wij de totale kalihoeveelheid, die de vijf gewassen uit den grond hebben gehaald, dan vinden wij voor de objecten resp. steeds zonder kali na 1930 de respectabele bedragen van 253 en 304 kg/ha. Bij een bemesting met vier maal 50 kg wordt 110 kg meer dan zonder kalibemesting opgenomen; de gegeven bemesting wordt dus voor 55 % door het gewas benut. De voor dezen grond blijkbaar noodzakelijke kalibemesting van gemiddeld jaarlijks

150 kg ter verkrijging van de hoogste opbrengst levert een gewas, dat gemiddeld 100 kg kali per jaar uit den grond haalt. Bij bemesting met twee maal 200, tweemaal 300 en eenmaal 400 kg K_2O wordt in deze vijf jaar 628 kg kali uit den grond gehaald, d.i. dus ruim 125 kg per jaar. Verbouwt men overwegend stroovruchten, dan zal men op zavelgrond niet gemakkelijk boven dit bedrag uitkomen, hoeveel kali men ook aan den grond toevoegt.

Samenvattend kunnen wij over het gewasonderzoek gedurende vijf jaar bij dit proefveld dus het volgende vaststellen.

Evenzeer als de totale productie loopt bij wisselende kalivoorziening de kali-opname bij verschillende gewassen sterk uiteen; stijgende kali-opname gaat evenwel niet steeds gepaard met stijgende opbrengst. Erwten en aardappelen nemen met stijgende opbrengst door kalibemesting ook meer kali per eenheid geproduceerde drogestof op; vlas neemt wel meer kali op bij stijgende bemesting, zonder dat meer drogestof wordt geproduceerd; bij wintertarwe is het juist omgekeerd. *Over het geheel reageert de samenstelling der oogstproducten hier behoorlijk op kleine veranderingen in den kalivoorraad van den grond, ook als deze nauwelijks door het grondonderzoek zijn aan te toonen* Er is een groote variatie in opgenomen kalivoorraad door de verschillende gewassen, vooral bij zwaardere bemesting. In vergelijking met zonder kali wordt de kleinste kalibemesting (50 kg K_2O jaarlijks) zeer goed uitgenut; van de zware bemesting (200 tot 400 kg jaarlijks) wordt echter bij normale vruchtopvolging op een dergelijken grond betrekkelijk weinig opgenomen.

Met de hier uitvoerig behandelde drie voorbeelden hebben wij een indruk gegeven, wat het gewasonderzoek van de oogstproducten van proefvelden ons aanvullend bij opbrengstbepalingen en grondonderzoek kan leeren. Om de beteekenis van dit onderzoek speciaal op P en K nader te belichten, behandelen wij nu eenige bijzondere punten meer in detail.

HOOFDSTUK III

Hoe reageeren de verschillende gewassen op een verandering der fosforzuur- of kaligesteldheid?

Als algemeene regel kan gelden, dat elk gewas meer van een voedingsstof zal opnemen, wanneer men den in den grond aanwezigen, voor het gewas beschikbaren voorraad vergroot. Hoe groot deze vermeerdering der voedselopname zal zijn, hangt natuurlijk in de eerste plaats van den aard van de voedingsstof af en van de verandering in den voedselvoorraad, die de toevoeging te weeg brengt. Om bij kali en fosforzuur te blijven, het is bekend, dat alle gewassen steeds meer en gemakkelijker K dan P opnemen en zoo zal bij toe

voeging van een gelijke hoeveelheid als regel de kaliopname sterker stijgen dan de fosforzuuropname. Het is natuurlijk ook duidelijk, dat bij geringen voorraad (gebrekstoestand) eenzelfde toevoeging meer effect op de opname zal hebben dan wanneer er reeds ruim voldoende van de betreffende voedingsstof voor het gewas beschikbaar is.

Bij de in het vorige hoofdstuk besproken voorbeelden bleek reeds, dat de samenstelling van de verschillende oogstproducten niet steeds in gelijke mate door de gegeven P- en K-bemesting wordt beïnvloed. Het is verder wel bekend, dat de volledige oogsten van de meeste gewassen betrekkelijk geringe variatie vertoonen in de opname van fosforzuur, die meestal tusschen 35 en 60 kg P_2O_5 ligt, terwijl voor kali deze variatie, ongeveer tusschen 100 en 250 kg veel grooter is; zwaar met kali bemeste hakvruchten kunnen trouwens nog aanzienlijk grootere hoeveelheden kali opnemen.

Gaat men echter de opname van P en K tijdens den geheelen groei na, dan blijkt, dat in het begin van den groei alle gewassen niet alleen in P-opname maar eveneens in K-opname toch maar een betrekkelijk gering onderling onderscheid vertoonen. Pas door de later optredende groote verschillen in wijze van groeien en productie van meer of minder kalirijke reserveorganen (vgl. kalirijke aardappelknollen met kaliarme zaden) loopt de opname zoo sterk uiteen. Wij hebben dit punt uitvoerig in een vorige publicatie (2) besproken; daarbij bleek vooral, dat tijdens den eersten krachtigen groei van jonge planten de verschillen in P- en K-gehalte onder invloed van een wisselende bodemgesteldheid steeds het grootst zijn en naarmate de groei verder voortschrijdt, in het bijzonder bij het afrijpen van eenjarige planten, kleiner worden. Het duidelijkst ziet men dit in de samenstelling van graangewassen, waarvan wij in fig. 6 eenige sprekende voorbeelden geven.

De vier grafieken hebben alle betrekking op het verloop van P- en K-gehalten van wintertarwe in 1936 tijdens den groei. De beide linksche figuren geven dit verloop weer resp. voor een P-proefveld op lichten zavelgrond (Pr 123 bij P. HARKEMA *te Pieterburen*) en een K-proefveld op een soortgelijken grond (Pr 171 bij J. RIETEMA *te Hornhuizen*); de beide rechtsche figuren hebben betrekking op zuster-proefvelden (Pr 87, P-proefveld en Pr 100 K-proefveld) op nieuwen dalgrond op de *proefboerderij te Emmercompascuum*; Pr 87 werd reeds in het vorige hoofdstuk uitvoerig besproken. Van de kaliproefvelden vermelden wij de gegevens van vier der resp. acht en zes objecten; de grafieken der fosforzuurproefvelden bevatten resp. gegevens van twee van de vier en drie van de zeven objecten. De vier wintertarwevelden werden voor de eerste maal in Maart voor het begin van den voorjaarsgroei bemonsterd; daarna volgden gewasbemonsteringen half April en half Mei en voor de dalgronden nog half Juni, terwijl van den oogst begin Augustus korrel en stroo afzonderlijk

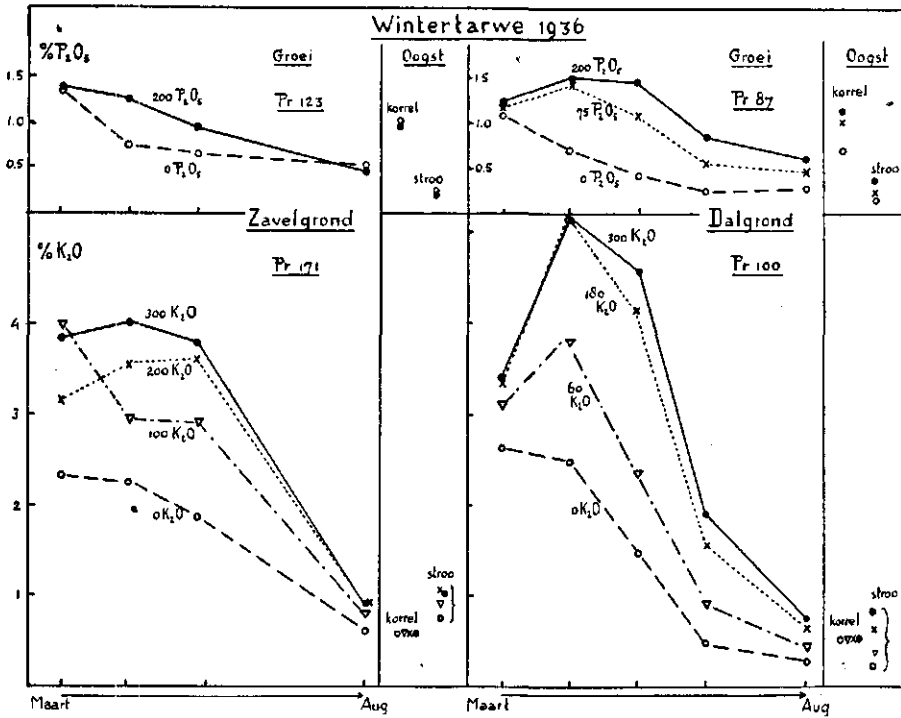


Fig. 6

Verloop van de gehaltecijfers bij wintertarwe gedurende den groei bij verschillende P- en K-gesteldheid op twee P- en twee K-proefvelden

Opbrengsten korrel + stroo			
Pr 123	0 P_2O_5	100	Pr 87
	200	105	75 P_2O_5
			200
			151
<hr/>			
Pr 171	0 K_2O	100	Pr 100
	100	119	
	200	143	
	300	146	
			60 K_2O
			180
			163
			300
			162

werden onderzocht. In de rechtsche kolom van elke grafiek vindt men de gehaltecijfers voor korrel en stroo afzonderlijk, in de linksche kolommen het verloop der gehalten bij de achtereenvolgende bemonsteringen, waarbij ook het berekende gehalte in de geheele plant bij den oogst is vermeld.

Bij de beide P-proefvelden ziet men aanvankelijk geen verschil in gehalte tusschen de objecten; in April en Mei, toen op beide velden op het object zonder P de verschijnselen van fosforzuurgebrek duidelijk waren, treedt echter

een flink onderscheid in de gehalten tusschen de objecten op. Op Pr 123, waar het fosforzuurgebrek gedurende den verderen groei minder werd en waar de opbrengst zonder P slechts weinig achterbleef, verdwijnt in overeenstemming hiermede het verschil in fosforzuurgehalte geheel. Bij Pr 87, waar de P-gesteldheid zonder fosforzuur veel slechter is, blijft het onderscheid, zij het dan ook geringer wordend, bestaan in overeenstemming met het zeer groote fosforzuureffect van de bemesting. Zou men op Pr 123, het proefveld op zavelgrond alleen afgaan op de opbrengstcijfers en gehaltecijfers in den oogst, dan zou men de fosforzuurarmoede, die deze grond zonder P-bemesting bezit en die in andere jaren meestal duidelijker tot uiting komt, niet op het spoor komen. Bij een betrekkelijk geringe fosfaatwerking geeft de samenstelling van korrel en stroo van granen over het algemeen geen duidelijke indicatie in die richting. Bij het zeer sterke fosforzuurgebrek op het proefveld op dalgrond vindt men, zooals reeds besproken, ook in de korrel een laag P_2O_5 -gehalte, terwijl in het stroo, zooals steeds bij granen, het gehalteverschil gering blijft; in beide gevallen levert het gewasonderzoek tijdens den groei een veel duidelijker beeld.

Bij de twee kaliproefvelden ziet men in de eerste plaats, dat alle verschillen veel grooter zijn. Zonder kali is de K-gesteldheid op Pr 100, den dalgrond ongetwijfeld slechter dan op het kaliproefveld op zavelgrond; met 180 en 300 kg kali als bemesting is na een aanvankelijken achterstand het kaligehalte en daarmede waarschijnlijk ook de kali-opname op den dalgrond aanzienlijk hooger dan op den zavelgrond; bij den oogst bevat het gewas op zavelgrond met een veel hoogere opbrengst en ook een wat hooger gehalte echter aanzienlijk meer kali; het heeft dus den aanvankelijken achterstand geheel ingehaald. Op beide velden ziet men bij de groote kaligiften eerst een stijging van het gehalte met groote verschillen tusschen de objecten in April en Mei, die bij het oogsten grootendeels weer verdwenen zijn. Doordat in beide gevallen het korrel-aandeel van het gewas, zooals steeds het geval is, een constant kaligehalte heeft, vindt men tenslotte in het kaligehalte van het geoogste stroo nog wel een duidelijk effect van de kalibemesting, vooral bij Pr 100.

Zoowel voor fosforzuur als kali zijn echter bij alle afrijpende gewassen de verschillen in P en K-gehalte onder invloed van verschillende P- en K-gesteldheid het duidelijkst in een betrekkelijk jong groeistadium van het gewas. Het lijdt voor ons dan ook geen twijfel, of het onderzoek van de jonge plant, of eventueel van een bepaald deel van een jonge plant op fosforzuur of kali, zal een duidelijker inzicht in P- of K-gesteldheid geven dan een dergelijk onderzoek in de oogstproducten van afgerijpte planten. In vele gevallen zal men echter gaarne juist op de hoogte willen zijn van de hoeveelheid P of K, door den oogst onttrokken, en in die gevallen is dus in elk geval onderzoek van de oogstproducten noodzakelijk. Een groot bezwaar tegen onderzoek in

een jong groeistadium van het gewas blijft ook de moeilijkheid, om de samenstelling van hetzelfde gewas op verschillende velden te vergelijken; immers de bemonstering in een volkomen overeenkomstig groeistadium bij wisselende wijze van groeien onder invloed van weersomstandigheden, waterhuishouding, zaaidatum, stikstofbemesting, enz. is vaak vrijwel onmogelijk. In dit opzicht zal misschien een methode, waarbij b.v. steeds een bepaald blad van de plant als monster gekozen wordt, voordeelen kunnen opleveren. Een dergelijke werkwijze wordt o.a. toegepast door LAGATU (6) en THOMAS (7).

De moeilijkheid van de wisselende groeistadia maakt o.a. de interpretatie der P- en K-analyses bij graslandproefvelden vrij onzeker, hoewel overigens de graslandplanten, die als regel midden in den groei geoogst worden, juist een uiterst geschikt materiaal voor het verkrijgen van duidelijk uiteenlopende P- en K-cijfers kunnen leveren. In het vorig hoofdstuk hebben wij bij de behandeling van de gegevens van een kaliproefveld op grasland hier reeds een voorbeeld van gezien. In fig. 7 gaven wij nu eenige typische voorbeelden van P- en K-gehalten in de eerste snede van twee meerjarige grasproefvelden. Het betreft hierbij twee proefvelden in de kop van Overijssel, vanwege de Proefveldcommissie in Overijssel aangelegd door den Heer L. WEYER, leeraar aan de Rijkslandbouwwinterschool te Meppel, n.l. WO 26 bij S. v. D. WEERD te *Mastenbroek* in 1930 op zware klei op laagveen en WO 30 bij B. v. D. VEEN te *Blankenham* in 1933 op lichte klei op laagveen. Het zijn PK-proefvelden met vijf objecten in vijfvoud volgens het schema:

1	150	P ₂ O ₅ —	0	K ₂ O
2	150		80	
3	150		160	
4	100		160	
5	0		160	

Voor beide proefvelden vindt men resp. voor vijf en vier jaren onder elkaar geteekend de kaligehalten der drie eerste objecten, daaronder het stikstofgehalte van object 3 en tenslotte de drie fosforzuurgehalten van de objecten 3—5; boven de kaligehalten is de relatieve opbrengst van het object zonder kali in procenten van het maximum der drie objecten vermeld; hetzelfde cijfer voor het object zonder fosforzuur vindt men onder op de grafiek.

Beschouwen wij eerst de gegevens voor WO 26. In 1930 is er eenig kalien een duidelijk fosforzuureffect; de gehalten der nul-objecten voor P en K liggen laag. Er was voordien vermoedelijk nooit kunstmest maar wel vrij wat stalmest gegeven. In 1931 is in een jonger groeistadium gemaaid, getuige het hogere stikstofgehalte; alle P- en K-cijfers liggen nu hoger, hoewel de P- en K-behoefte op de nul-objecten grooter was. Daarna is stalmest gegeven,

hetgeen zowel op de opbrengst der objecten zonder P of K als op alle gehalten aan P en K in 1932 een sterk verhoogenden invloed heeft uitgeoefend. Deze verhoging wordt nog versterkt door het feit, dat het gras weer in een ouder

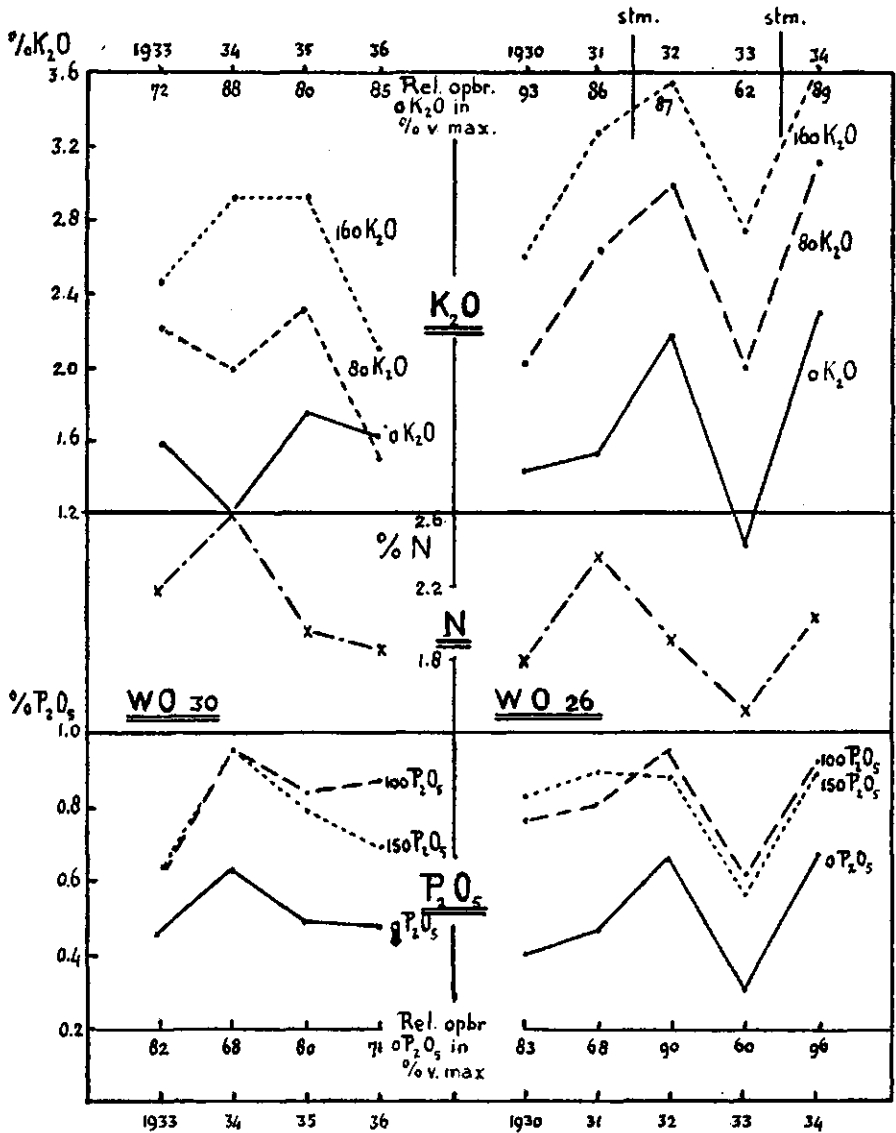


Fig. 7

WO 30, P-K-proefv. Blankenham; WO 26, P-K-proefv. Mastenbroek
 K_2O , N- en P_2O_5 -gehalten in gras eerste snede bij verschillende P- en K-trappen in opeenvolgende jaren

stadium dan in 1931 is gemaaid, waarop het lagere N-gehalte wijst; bij gelijk groeistadium als in 1931 zouden dus nog hogere P- en K-cijfers zijn gevonden. In 1933 zien wij nu een val in alle gehalten tot een zeer laag niveau; er is dat jaar op de betreffende objecten een sterke opbrengstdepressie bij weglaten van P en K, die aan een slechtere P- en K-gesteldheid doet denken, maar ook het late groeistadium, waarin gemaaid is, kan natuurlijk een belangrijk deel van de lagere gehaltencijfers voor zijn rekening nemen. Voor 1934, het laatste proefjaar, is opnieuw stalmest gegeven, waardoor een stijging der gehalten en opbrengsten op de nul-objecten tot het niveau van 1932 bij vrijwel gelijk N-gehalte optreedt. Volgens mededeeling van den Heer WELJER kan hierbij ook een sterke onkruidontwikkeling als gevolg van voorafgaande muizenschade van beteekenis zijn geweest. Men ziet dus, dat bij dit proefveld de gehaltencijfers over het geheel weliswaar mooi parallel lopen met de wisselende P- en K-gesteldheden o.a. tengevolge van de stalmestaanwending, zooals die ook in de opbrengsten tot uiting komen, maar toch ook duidelijk afhankelijk zijn van de groeistadia, waarin gemaaid wordt; dit maakt de interpretatie van de cijfers, hoe groote verschillen er ook bestaan, toch moeilijk.

Een nog duidelijker voorbeeld van de moeilijkheid der beoordeeling van dergelijke cijfers geeft het andere proefveld WO 30. In de vier jaren lopen de fosforzuurgehalten parallel aan de stikstofcijfers; daardoor is te verklaren, dat in 1934, het jaar met de laagste relatieve opbrengst bij het object zonder P, het P_2O_5 -gehalte bij dit object, tengevolge van den vroegen maaitijd (20 Mei), even hoog is als in het voorafgaande jaar met 100 en 150 kg P_2O_5 bij een lateren maaitijd. Voor kali ziet men een nog grootere fluctuatie in de gehalten; het is merkwaardig, dat in 1934 bij het gras met jong groeistadium het gehalte bij het object zonder K extreem laag is, niettegenstaande de opbrengst bij het object (88 % van het maximum) vrij goed is. In 1936 bij het laagste stikstofgehalte vindt men met 80 kg K_2O de hoogste opbrengst; het kaligehalte is echter slechts 1,51 %, dus zeer laag en nog onder dat van het object zonder kali. Als een verklaring voor dergelijke afwijkingen zou kunnen gelden, dat wanneer bij een slechts matige of slechte gesteldheid de opbrengst door andere factoren gestimuleerd wordt, de gehalten vaak extra laag kunnen zijn. Het moge uit deze beide voorbeelden echter wel duidelijk zijn, dat men een dergelijke oorzaak niet gemakkelijk kan vaststellen door de zoo wisselende niveau's, waarop de cijfers liggen tengevolge van varierende groeistadia der monsters.

Er blijkt wel uit, dat bij praktijkproeven met gewassen, die pas na ophouden van den groei worden geoogst, bemonstering en gewasonderzoek tijdens den groei nooit volledig in de plaats kunnen komen van het onderzoek der oogst-producten aan het eind ervan. Voor groenvoedergewassen en gras, waar dus alleen een bemonstering, terwijl het gewas groeit, kan geschieden, moet men

bedacht blijven op een niet goed vergelijkbaar beeld op verschillende velden en in verschillende jaren.

Keeren wij weer terug tot de P- en K-gehalten van de afgerijpte oogstproducten. Ook voor andere stroovruchten geldt hetzelfde als hetgeen over de granen is opgemerkt; alleen zijn hierbij de verschillen, die in de samenstelling van het stroo kunnen optreden, speciaal wat betreft kali, grooter dan bij granen. Bij de behandeling van het kaliproefveld te Eenrum in het vorige hoofdstuk hebben wij daarvan bij erwten en vlas voorbeelden gezien; ook in de korrel van leguminosen en oliehoudende zaden is vaak eenige stijging van het kaligehalte bij stijgende kaligesteldheid te constateeren in tegenstelling met bij de granen. Veel voorbeelden hiervan hebben wij echter niet, omdat het meeste materiaal van gewasonderzoek van bouwland-proefvelden afkomstig is van zand- en dalgronden en hier uiteraard naast aardappelen de granen de hoofdschotel vormen.

Betreffende de kaligehalten van granen moet dan nog op het verschil tusschen de vier hoofdvertegenwoordigers: tarwe, rogge, gerst en haver gewezen worden; haver neemt aanzienlijk meer kali op dan gerst, die gewoonlijk weer meer kali bevat dan de onderling weinig verschillende granen tarwe en rogge. Zomertarwe is daarbij gemiddeld weer iets kalirijker dan wintertarwe. Een goed voorbeeld hiervan vindt men in tabel 5, waar de gewasanalyses van vier achtereenvolgende jaren van PO 1, het kaliproefveld op bouwland op de proefboerderij te Heino zijn vermeld.

TABEL 5

% K₂O in de drogestof der gewassen van PO 1, K-proefveld te Heino

Object kg/ha K ₂ O	1935 Aard- appel- knol	1936 Winterrogge		1937 Zomergerst		1938 Haver	
		Korrel	Stroo	Korrel	Stroo	Korrel	Stroo
9	1,81	0,62	0,44	0,67	0,73	0,58	0,44
60	2,82	0,61	0,80	0,69	1,38	0,55	1,37
120	2,53	0,63	0,90	0,66	1,62	0,56	2,22
160	2,76	0,63	0,97	0,64	1,85	0,56	2,78
240	3,20	0,64	1,11	0,71	2,01	0,60	3,35

Van de drie graangewassen is de korrel van gerst gemiddeld het kalirijkst; tusschen rogge en haver is slechts een klein verschil. Deze volgorde is toevallig; over het algemeen is het kaligehalte van alle graankorrels hetzelfde. De kaligehalten van graankorrels varieren soms eenigszins vermoedelijk in samenhang met de wijze van rijping (melig- of glazigheid) en zullen dus van jaar tot

jaar of ook per veld wat uiteen kunnen lopen. Zeer duidelijk echter is de verschillende mate van stijging van het kaligehalte van het stroo met toenemende kaligiften. Men ziet, dat het haverstroo bij 240 kg kali zelfs meer kali bevat dan de aardappelen bij dezelfde bemesting, terwijl het roggestroo hiervan maar het derde deel bevat; gerst ligt hier eenigszins tusschenin. Een juiste vergelijking tusschen granen en aardappelen wordt op dit proefveld bemoeilijkt, omdat voor aardappelen alle objecten naast opklimmende K-hoeveelheden tevens eenzelfde gift stalmest ontvingen. Bij kaligebrek, dat op dit proefveld bij het nul-object duidelijk pleegt op te treden, zijn de verschillen tusschen de granen klein en is gerst het kalirijkst. Onder alle omstandigheden is haver het graangewas, dat het grootste aandeel van een kalibemesting uit den grond kan halen.

Zooals algemeen bekend is en ook uit dit voorbeeld blijkt, is de kalibehoeftte en tevens de kalionttrekking ook uit een kaliarmen grond voor aardappelen aanzienlijk grooter dan bij granen. Aardappelen bevatten bij ernstig kaligebrek gewoonlijk nog 1,2—1,5 % K_2O in de drogestof, terwijl dit bij granen onder dezelfde omstandigheden in de geheele plant bij den oogst slechts 0,5 % bedraagt. Ook bij overmaat kali, zooals bij dit proefveld PO 1 bij het zwaarst bemeste object optreedt, bevat een aardappelgewas nog aanzienlijk meer kali dan de haver in de geheele plant. Hierbij zal echter ook de extra K-bemesting door de stalmest, die voor aardappelen is gegeven, van invloed zijn geweest. De variatie in het gehalte van het haverstroo is echter in dit geval, en trouwens heel vaak, grooter dan bij aardappelen. Aangezien de aardappel echter zoowel in opbrengst als in zetmeelgehalte zoo gevoelig op den kalivoorraad reageert, zooals reeds vele malen is aangetoond, is toch de kaligehaltebepaling bij dit gewas landbouwkundig van het meeste belang. Het groote voordeel van het onderzoek van den aardappel is ook, dat bij den oogst praktisch al het kali, en evenzoo het fosforzuur in den knol is gelocaliseerd, zoodat men met één bepaling in een gemakkelijk te bemonsteren object meteen vrijwel de geheele opgenomen hoeveelheid van deze voedingsstoffen kan vaststellen.

Bij bieten, die naast de reeds genoemde als proefveldgewas van beteekenis zijn, zal men ter verkrijging van een inzicht in de P- of K-huishouding naast den wortel ook steeds het loof moeten onderzoeken. Behalve bij de laag-procentige mangelwortels is een duidelijke variatie in P- of K-cijfers zelfs in de eerste plaats in de samenstelling van het loof te verwachten, terwijl de biet des te minder in samenstelling op de bodemgesteldheid zal reageeren, hoe hoger het percentage drogestof is. Een suikerbiet heeft aldus een veel constanter samenstelling, wat minerale gehalten betreft, dan een aardappel. Overigens is het bietengewas door zijn groote behoefte aan kali naast den aardappel een interessant object voor kali-onderzoek. Het aantal voorbeelden, dat over

bieten uit gegevens van Nederlandsche kaliproefvelden te halen is, is echter zeer gering. Verder krijgt men hierbij den indruk, dat het nemen van een goed doorsneemonster vaak moeilijkheden veroorzaakt, waardoor fluctuaties in de cijfers worden gevonden, die niet het gevolg zijn van gemiddelde objectverschillen in kaligesteldheid.

Ook op fosforzuurbemesting reageert de samenstelling der hakvruchten in vele gevallen duidelijker dan die der granen bij den oogst. Voor aardappelen hebben wij hierover bij het in het vorig hoofdstuk behandelde fosforzuurproefveld te Emmercompascuum een goed voorbeeld gezien, waarbij variaties in het fosforzuurgehalte van 0,28 to 0,78 % P_2O_5 in de drogestof van den knol optreden. In de meeste gevallen zijn echter de verschillen in P-gesteldheid veel geringer dan op dit proefveld en blijft de stijging van het gehalte bij opklimmende bemestingstrappen gewoonlijk beperkt tot 0,2 à 0,3 % P_2O_5 in den knol. Gewasonderzoek van bieten, verbouwd op fosforzuurproefvelden, is slechts in enkele gevallen geschied. In tabel 6 geven wij de fosforzuurgehalten van aardappelen, haver, voederbieten (drogestof-klasse 16) en gerst van een proefveld met flink uiteenlopende P-trappen van den *Rijkslandbouwconsulent te Zutphen*, NGe 102, bij G. J. HEUSINKVELD te Dinxperlo.

TABEL 6

NGe 102, P-proefveld te Dinxperlo, % P_2O_5 van de drogestof

Object Gewenscht P-getal	1933 Aardappel- knol	1934 Haver		1936 Voederbiet biet	1937 Wintergerst stroo
		Korrel	Stroo		
0	0,56	0,93	0,20	0,58	0,20
3	0,60	0,96	0,26	0,76	0,18
7	0,63	0,94	0,19	0,95	0,16
11	0,65	0,97	0,22	0,92	0,33
15	0,69	0,98	0,23	0,92	0,28

Wanneer men rekening met het feit houdt, dat bij de hooge P-trappen in 1935 en 1937 de gevonden P-getallen dicht bij de gewenschte lagen, terwijl in de eerste jaren de gewenschte cijfers nog niet bereikt waren, ziet men, dat aardappelen en bieten een mooiere aftrapping in gehaltecijfers vertoonen dan haver- en gerststroo.

Vatten wij nu nog kort de conclusie betreffende de in dit hoofdstuk gestelde vraag samen: Hoe reageeren de verschillende gewassen op een verandering der fosforzuur- of kaligesteldheid? *Van de op de proefvelden geregeld verbouwde landbouwgewassen vertoont de aardappel als oogstproduct, dus de aardappelknol,*

verreweg het duidelijkst en eenvoudigst verband met de P- en K-gesteldheid van den grond ¹⁾. Voor kali-onderzoek moeten daarnaast in de eerste plaats het loof van andere hakvruchten genoemd worden en de voerbiet, maar veel materiaal is hierover tot dusver in ons land niet verzameld. Van de meer verbouwde gewassen verdienen voor kali verder erwten en boonen, benevens haver de aandacht, waarbij in de eerste plaats het stroo voor onderzoek in aanmerking komt; daarna volgen de andere granen. Voor fosforzuur hebben wij over andere hakvruchten dan de aardappel vrijwel geen gegevens; tusschen de verschillende stroovruchten bestaan vermoedelijk geen verschillen. Bij grasland, waarvan het leeuwenandeel der gewasanalyses in ons land afkomstig is, en evenzoo bij groenvoedergewassen zitten wij steeds met de moeilijkheid van den invloed van het groeistadium op de samenstelling van het product; ook moet bij gras rekening met wisselende botanische samenstelling worden gehouden. Overigens is het verband tusschen de P- en K-gesteldheid van den grond en de gehalten der jonge vegetatieve plantendeelen, zooals die in grasmonsters voorkomen over het algemeen zeer duidelijk. In sommige gevallen, wanneer men in de eerste plaats een indruk wil hebben over de omstandigheden van het gewas in een bepaalde groeiperiode, b.v. bij het optreden van afwijkingen onder invloed van den bemestingstoestand van den grond, verdient onderzoek van de planten gedurende die groeiperiode verre de voorkeur boven onderzoek van het gewas bij den oogst, omdat dan vaak de karakteristieke verschillen in samenstelling geringer zijn geworden of zijn verdwenen. In vele gevallen zal men de onttrekking per hectare aan P of K of de samenstelling van het oogstproduct voor voederdoeleinden willen kennen; daarvoor is dan natuurlijk onderzoek eventueel van de verschillende oogstproductdeelen afzonderlijk noodzakelijk.

HOOFDSTUK IV

Veranderingen van fosforzuur- en kaligesteldheid van het gewas door bemesting op verschillende grondtypen

Na de bespreking, hoe verschillende gewassen op den P- en K-voorraad van eenzelfde grond reageeren, gaan wij nu na, hoe eenzelfde gewas in samenstelling op fosforzuur- en kalibemesting op verschillende gronden reageert.

Uit het overzicht in hoofdstuk VII betreffende het in ons land uitgevoerde gewasonderzoek blijkt, dat de verschillende grondtypen, zand, veen en klei bij de graslandproefvelden, waarbij het gewas is onderzocht, alle goed vertegen-

¹⁾ Uit de onderzoekingen van Ir. J. WIND bleek, dat diverse aardappelvariëteiten in dit opzicht nog weer verschillend reageeren.

woordigd zijn. Bij de bouwlandproefvelden is dit in mindere mate het geval. Verreweg het meest materiaal is hierbij afkomstig van de zand- en dalgronden in de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel en Gelderland; daarnaast leveren de proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen materiaal van de klei- en zavelgronden in Noord-Groningen. Van de overige rivier- en zeekleigronden, waarop de P- en K-proefvelden op bouwland eerst de laatste jaren in grooter aantal zijn aangelegd, is vrijwel geen materiaal van gewasonderzoek aanwezig ¹⁾. Voor de bouwlandproefvelden beperkt zich een vergelijking dus tot zand- en dalgronden in Noorden en Oosten met kleigronden in Noord-Groningen.

Over de groote groep graslandproefvelden kunnen wij in dit verband kort zijn. Men krijgt namelijk steeds den indruk, dat de P- en K-opname hierbij een groote mate van uniformiteit op de verschillende grondtypen vertoont. Vermoedelijk, doordat de voedselopname hier grootendeels uit de humusrijke zodelaag geschiedt, waarin kali en fosforzuur bij alle grondtypen op een zelfde manier aanwezig zijn, komen deze voedingsstoffen op alle graslanden op min of meer gelijke wijze ter beschikking. Dat neemt natuurlijk niet weg, dat er zeer groote verschillen in natuurlijke vruchtbaarheid van uiteenlopende graslandgronden bestaat. Komt men echter door uitputting of weglaten van bemesting in een toestand van kali- of fosforbehoefte, dan vindt men in de gehalten en de reactie ervan op een bemesting weinig verschil meer tusschen b.v. zand- en kleigrond.

Afzonderlijk moeten hierbij de laagveengronden genoemd worden. Op deze van nature zeer P- en K-arme gronden vindt men bij weinig intensieve behandeling en bemesting vaak de typische onland- of blauwgrasvegetatie, waarvan de planten extra lage P- en K-gehalten bezitten. Legt men op deze gronden proefvelden aan, zooals b.v. in West-Overijssel herhaaldelijk is geschied, dan vindt men bij bemesting met P en K al gauw veel grootere stijgingen van de gehaltecijfers dan op zand- of kleigrond; gewoonlijk vindt hierbij dan tevens door betere behandeling en geregelde stikstofbemesting een ingrijpende verandering van de samenstelling der grasmat plaats. Een goed voorbeeld hiervan bieden de proefvelden WO 47 het Staphorsterveld door den Heer L. WEIJER te Meppel aangelegd. In het tweede proefjaar veroorzaakt een bemesting met 150 kg P_2O_5 in vergelijking met zonder P een verandering van P_2O_5 -gehalte

op ongescheurd land van 0,29 — 0,48 % P_2O_5 ;
op gescheurd land van 0,38 — 0,87;

¹⁾ Het materiaal van diverse proefvelden van kunstmestbureaux op kleigronden is hier buiten beschouwing gelaten.

met 120 kg K_2O stijgt het kaligehalte
 op ongescheurd land van 0,68 — 1,75 % K_2O
 op gescheurd land van 0,96 — 2,38 %.

Er treedt dus een groote stijging van P- en K-gehalte van het gras der eerste snede op vooral bij het nieuw ingezaaide grasland.

Gaan wij nu over tot bouwland. Vooropgesteld moet hierbij, dat elke vergelijking van gewassen, gegroeid op uiteenlopende grondtypen maar een zeer beperkte waarde heeft, ook al hebben wij met hetzelfde gewas (varieteit, ras) in hetzelfde jaar te maken. Immers de groeiomstandigheden ook van eenzelfde gewas in eenzelfde jaar op zand- en kleigrond zullen vaak zoover uit elkaar kunnen lopen, dat verschillen in wijze van kali- of fosforzuuropname dikwijls niet aan een verschil in P- of K-gesteldheid zullen moeten worden toegeschreven, maar aan een geheel andere manier van stofproductie. Zoo zal b.v. de productie van een bijzonder eiwitrijken korrel de kali- en fosforzuuropname in het zaad kunnen doen toenemen zonder dat dit een aanduiding behoeft te zijn van een grooteren beschikbaren voorraad in den grond; een bijzonder wijde korrel-strooverhouding in den oogst zal naar verhouding veel kali voor de geringe hoeveelheid geproduceerd stroo beschikbaar stellen, met als gevolg een hoog kaligehalte in het stroo, hetgeen dus ook al weer niet behoeft te wijzen op een bijzonder grooten kalivoorraad in den grond. Een eenigszins bevredigende vergelijking van eenzelfde gewas op verschillende grondsoorten krijgt men, wanneer de proef in vakken genomen wordt, waarbij de grondsoorten onder vergelijkbare klimatologische omstandigheden naast elkaar liggen. De langjarige gegevens, die MASCHHAUPT (8) hierover op een dergelijke vakkenproef in den tuin van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen heeft verzameld, zijn hiervoor dan van bijzondere waarde. Aangezien hierbij echter de wisselende P- en K-gesteldheid der verschillende gronden niet zoo duidelijk tot uiting komt, blijven deze proeven hier verder buiten beschouwing. Om een eenigszins betrouwbare basis van vergelijking van cijfers van gewone proefvelden te hebben, kiezen wij hierover slechts die proefvelden uit, waarbij onderlinge vergelijking in meerdere jaren mogelijk is, dus zoowel in één of meer graan jaren als in één of meer aardappeljaren. De keuze is dan echter vrij beperkt. Voor *fosforzuur* vindt men de gegevens in fig. 8; deze hebben betrekking op het P_2O_5 -gehalte van het stroo van verschillende granen op zandgrond, ouden en nieuwen dalgrond en twee kleigronden en voor hetzelfde gehalte van aardappelen op zand- en dalgronden. In de voorafgaande tabel 7 vindt men de aanduiding van proefveld, grondsoort, jaar en gewas, benevens de P-gesteldheid van het object zonder P, uitgedrukt in de opbrengst van dit object in procenten van de maximum-opbrengst in dat jaar; bij granen is hierbij steeds de korrel + stroo-opbrengst beschouwd.

TABEL 7

Proefveld	Grondsoort	Gewas, jaar	Opbr. geen P in % v. max.	Gewas, jaar	Opbr. geen P in % v. max.
Pr 118, De Waarden	Lichte klei	Wintertarwe 1934	95		
		Wintertarwe 1936	93		
Pr 298, Nieuwolda	Zware klei	Haver 1936	93		
		Wintergerst 1937	91		
Pr 280, Midlaren	Zandgrond	Rogge 1937	66	Aardappelen 1936	76
PO 2, Heino	Zandgrond	Rogge 1936	96	Aardappelen 1935	98
		Zomergerst 1937	88		
		Haver 1938	93		
ZGr 3, Borgercie.	Oude dalgrond	Wintertarwe 1935	97	Aardappelen 1934	83
				Aardappelen 1936	80
Pr 87, Emmercomp.	Nieuwe dal- grond	Rogge 1932	92	Aardappelen 1933	73
		Wintertarwe 1936	66	Aardappelen 1935	69

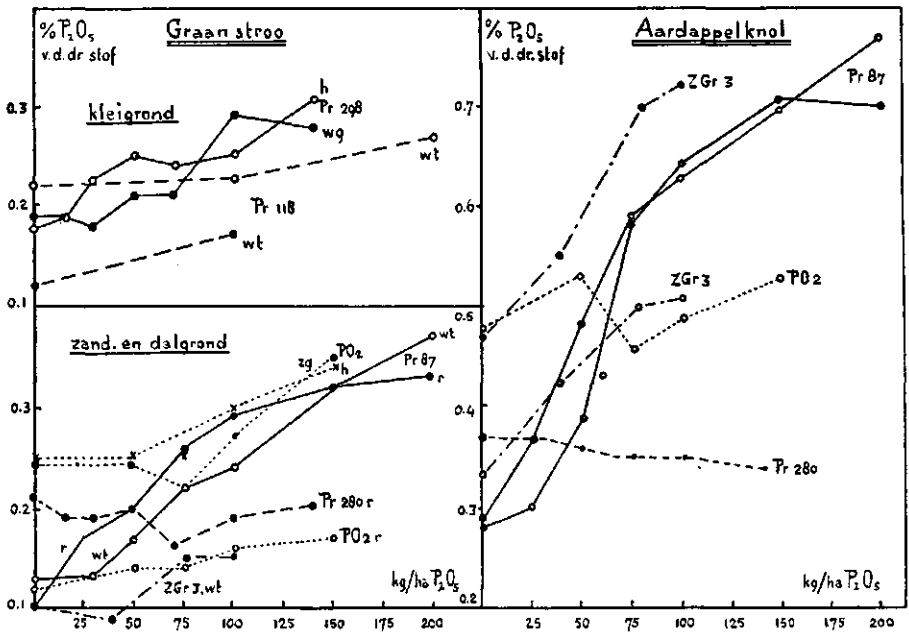


Fig. 8

P_2O_5 -gehalten in graanstroo en aardappelen op verschillende grondtypen (vgl. tabel 7)

Bij de vergelijking van de granen ziet men de gehalten in het stroo het sterkst stijgen bij Pr 87 op nieuwen dalgrond, ZGr 3 op ouden dalgrond en Pr 280 op zandgrond geven slechts geringe variatie; ook Pr 118, één der kleigronden, geeft ditzelfde beeld. Haver en gerst op den tweeden kleigrond Pr 298 toonen een wat grootere stijging bij opklimmende bemesting, terwijl bij PO 2 op zandgrond ook haver en gerst bij hoogere giften een stijgend gehalte vertoonen in tegenstelling met rogge op ditzelfde proefveld. Bij aardappelen ziet men weer op den nieuwen dalgrond Pr 87 de sterke gehalte-stijging; ook op ouden dalgrond is nu, in tegenstelling met bij tarwe, een duidelijk omhoogloopen van het gehalte te zien, terwijl bij Pr 280 en PO 2 op zandgrond het beeld doet denken aan de lijnen voor rogge bij deze proefvelden.

Een of andere conclusie omtrent het verloop van fosforzuurgehalten op verschillende grondtypen is uit dit beperkte materiaal in het minst niet te halen. Vooral omdat bij granen het verschil in fosforzuurgehalte van het stroo altijd binnen een betrekkelijk klein gebied blijft, zou men een veel uitgebreider materiaal moeten hebben, om hierover eenige uitspraak te kunnen doen.

Voor *kali* is in de eerste plaats meer materiaal aanwezig, terwijl de reactie in samenstelling van het gewas, zooals wij reeds besproken hebben, over het algemeen veel duidelijker is dan bij fosforzuur. De gegevens vindt men in tabel 8 en in fig. 9. Voor de lichte gronden zijn hier eenzijdig tarwe- en roggestroo, anderzijds aardappelknollen vergeleken; bij de vier zwaardere gronden hebben wij naast tarwe en aardappelen ook erwtenstroo erbij betrokken, omdat op de zwaardere kleigronden geen aardappelen zijn verbouwd. In de tabel zijn ook weer de opbrengsten van het object zonder kali in procenten van de hoogste opbrengst vermeld.

Bij tarwe en rogge op lichte gronden (links onder), liggen de K-gehalten in het stroo op zeer verschillend niveau met telkens twee jaar voor elk proefveld dicht bij elkaar. Over het geheel loopen de lijnen bij opklimmende kaligiften hier duidelijk steiler dan op de vier proefvelden op kleigrond, die rechts onder geplaatst zijn. Bij de bovenste grafieken moeten wij eerst de aardappelen links en rechts vergelijken. Ook hierbij is tusschen de lichte gronden onderling al een duidelijk verschil, waarbij nog opgemerkt moet worden, dat de kaligiften te Hummelo als kaliumcarbonaat gegeven eigenlijk een grooter traject beslaan dan in de figuur is geteekend. Duidelijk ziet men, dat in de rechtsche figuur de kaliegehalten der aardappelknollen op zavelgrond (Pr 172 en 201) ook bij hoge giften minder sterk stijgen dan op de lichte gronden. Een groote reactie op de bemesting vertoont het kaliegehalte van erwtenstroo bij drie proefvelden op kleigrond; opmerkelijk is hierbij, dat terwijl het gehalte bij tarwe tusschen deze kleiproefvelden onderling maar weinig uiteenloopt, dit bij erwten een enorm verschil aangeeft tusschen den

TABEL 8

Proefveld	Grondsoort	Gewas, jaar	Opbr. geen P in % v. max.	Gewas, jaar	Opbr. geen P in % v. max.
Pr 80, Nw. Beerta Pr 82, Bellingwolde Pr 172, Eenrum	Zware klei	Wintertarwe 1934	98	Erwten 1935	94
	Zware klei	Wintertarwe 1934	69	Erwten 1935	91
	Lichte zavel	Wintertarwe 1936	87	Erwten 1935 Aardappelen 1938	65 34
	Zware zavel	Zomertarwe 1937 Zomertarwe 1938	86 95	Aardappelen 1937 Aardappelen 1938	69 58
NGE 67, Hummelo	Zandgrond	Rogge 1935 Zomertarwe 1933	— 84	Aardappelen 1934	91
Pr 266, Veelerveen	Zandgrond	Wintertarwe 1932	100	Aardappelen 1934	92
		Rogge 1936	90	Aardappelen 1937	73
WO 119, Dedemsvaart	Oude dalgrond	Zomertarwe 1935	78	Aardappelen 1934	82
		Zomertarwe 1937	99	Aardappelen 1936	69
Pr 100, Emmercomp.	Nieuwe dal- grond	Rogge 1932	53	Aardappelen 1933	32
		Wintertarwe 1936	59	Aardappelen 1935	29

kali-armen, lichten zavelgrond (Pr 172) en den kali-rijken Dollard-kleigrond (Pr 80). Het zou natuurlijk interessant zijn, om hiermede ook het verloop van kaligehalten bij erwtenstroo op zandgrond te vergelijken, maar hierover zijn geen gegevens beschikbaar.

Aangezien ook vele andere gegevens in dezelfde richting wijzen, staat wel vast, ook al is hier het gedemonstreerde materiaal niet in alle opzichten overtuigend, dat van een gegeven kalibemesting de gewassen als regel op zand- en dalgrond meer opnemen dan op zavel- en kleigrond. Men schijnt bij deze laatste grondtypen vaak eerst een groote kaligift te moeten geven, voordat het gewas hiervan kan profiteren. Ook opbrengstcurven, als functie van de bemesting uitgezet, verlopen bij zwaardere gronden bij kleinere giften vaak veel minder steil dan bij zandgronden, hetgeen een minder gemakkelijke opneembaarheid der gegeven kalibemesting zou bevestigen.

Een aardig voorbeeld hiervan vermelden wij nog in de volgende tabel 9, waarin de gegevens van een vakkenproef met drie kali-arme grondsoorten (zand, zavel en rivierklei) met haver als proefgewas zijn vermeld. De kalibemesting werd voor den eersten keer gegeven en wel in oplossing als zwavelzure kali.

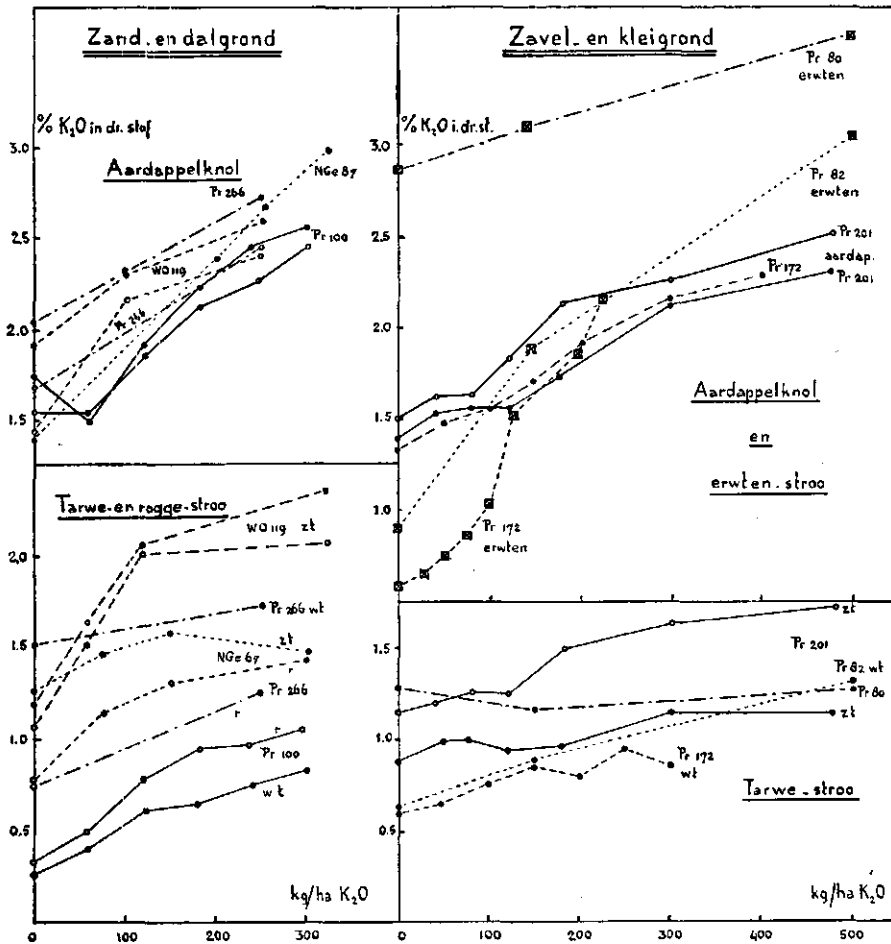


Fig. 9

K_2O -gehalten in graan- en erwtenstroo en in aardappelen op verschillende grondtypen (vgl. tabel 8)

TABEL 9

Kalivakkenproef met haver op drie grondsoorten

Kalibem. kg/ha	Zandgrond			Zavelgrond			Kleigrond		
	Relat. opbr.	$\% K_2O$ in stroo	K-opn. kg/ha	Relat. opbr.	$\% K_2O$ in stroo	K-opn. kg/ha	Relat. opbr.	$\% K_2O$ in stroo	K-opn. kg/ha
0	87	1,54	103	97	1,06	111	87	1,47	124
120	100	1,87	142	100	1,35	132	96	1,72	151
480	97	3,08	203	100	2,06	181	100	2,23	194

De stijging van het kaligehalte van het stroo is bij den zandgrond duidelijk grooter dan bij den klei- en den zavelgrond. Van de gegeven kalibemestingen neemt het gewas op zandgrond 32 % bij de kleine en 20 % bij de groote kaligift op in vergelijking met de opname bij zonder kali. Voor de zavel- en kleigronden zijn deze bedragen resp. voor de kleine gift 17 en 22 % en voor de groote gift beide 15 %. Waar de kali-opname der objecten zonder kali bij de drie gronden niet veel verschilt, is ook de meerdere opname bij kalibemesting goed vergelijkbaar.

Als conclusie uit het beperkte, slechts matig vergelijkbare materiaal, dat in dit hoofdstuk is besproken, kan het volgende gelden. *Voor fosforzuur zien wij geen verschil tusschen zand- en kleigronden.* Wel krijgt men den indruk, dat eenerzijds nieuwe dalgrond het fosforzuur gemakkelijk, anderzijds vastleggende zandgronden deze meststof moeilijk ter beschikking van het gewas stellen. *Voor kali vindt men over het geheel een betere ter beschikking stelling op lichte gronden dan op kleigronden*, waarbij vooral de kali-arme kleigronden, zooals verschillende zavel- en rivierkleigronden, een zware bemesting moeten krijgen, voordat de kali-opname duidelijk verhoogd wordt.

HOOFDSTUK V

Onttrekkingscijfers en verliezen aan fosforzuur en kali tijdens of na den groei

In de inleiding is er reeds op gewezen, dat onderzoek van oogstproducten o.a. van beteekenis kan zijn, om na te gaan, hoeveel voedingsstoffen het gewas met den oogst aan den grond heeft onttrokken. Ook bij de uitvoeriger bespreking van eenige proefvelden zijn deze z.g. onttrekkingscijfers reeds ter sprake gekomen. In het algemeen kan gezegd worden, dat voor een enigszins nauwkeurig inzicht in de voedselhuishouding van een bepaalden grond, deze cijfers onontbeerlijk zijn. In vele gevallen zijn bij het opmaken van een voedselbalans deze onttrekkingscijfers naast de bekende hoeveelheden, gegeven bij bemesting, de eenige zekere gegevens; immers bij de bepaling van de hoeveelheid uitgespoelde voedingsstoffen en evenzoo van de aanwezige hoeveelheden, die voor het gewas ter beschikking staan, — gegevens, die men hierbij ook moet kennen — moet in de meeste gevallen met een schatting volstaan worden.

De onttrekking of opname van een voedingsstof door het gewas wordt als regel berekend als product van de opbrengst en het gehalte aan die voedingsstof in de opbrengst. Daarbij moeten natuurlijk opbrengst en gehalte betrokken worden op het product in denzelfden toestand; hiervoor kiest men gewoonlijk de drogestof, waarop dan de chemische analyse en de opbrengst wordt omgerekend. Bij het chemisch onderzoek van het plantenmateriaal wordt dan

óf van de geheel droge stof uitgegaan of er wordt een vochtbepaling in het te analyseeren materiaal uitgevoerd. Het omrekenen van de opbrengst op drogestof biedt soms moeilijkheden. Bij aardappelen, bieten e.d. wordt gewoonlijk een speciale drogestofbepaling in het fijngemaakte materiaal uitgevoerd, of kan men het drogestofgehalte uit soortelijk gewicht of suikergehalte ongeveer afleiden. Bij groen geoogste producten, zooals gras of klaver, wordt gewoonlijk een monster gedroogd en daarna in luchtdrogen toestand, d.w.z. droog in evenwicht met de vochtigheid van de lucht, gebracht. Is de vochtigheid van de lucht niet te hoog, dan zal het vochtgehalte van dit luchtdroge materiaal tusschen 12 en 17 % liggen. Eenzelfde vochtgehalte zullen stroovruchten (korrel en stroo) bezitten, wanneer de opbrengst bij het dorschen in goed drogen toestand bepaald wordt. Op het veld gewogen hooi zal echter vaak nog een aanzienlijk hooger vochtgehalte bezitten. Ter berekening van alle onttrekkingscijfers uit opbrengstcijfers van luchtdroog materiaal plegen wij steeds een gemiddelde van 85 % drogestof aan te nemen. Wanneer de opbrengstcijfers betrekking hebben op onderling goed vergelijkbaar luchtdroog materiaal, dan zal men door het aannemen van een dergelijk constant percentage geen grove fouten bij de berekening maken.

Doordat de onttrekkingscijfers steeds het product van twee grootheden zijn, die elk met een fout behept zijn, is de nauwkeurigheid ervan meestal kleiner dan van elk der grootheden afzonderlijk. Heeft men echter b.v. bij een lagere opbrengst ook een lager fosforzuurgehalte, dan zullen veelal in de onttrekkingscijfers ook naar verhouding grootere verschillen optreden dan in de opbrengstcijfers of de gehaltecijfers afzonderlijk. Als regel wordt het gewasonderzoek van proefvelden, in tegenstelling met de opbrengstbepaling, wegens de grootere bewerkelijkheid, per object uitgevoerd. Voor enkele gevallen, waarbij dit onderzoek wel voor de afzonderlijke veldjes der objecten is geschied, laat zich de middelbare fout per object ook van de gehaltecijfers en de onttrekkingscijfers berekenen. Als voorbeeld vermelden wij hier een dergelijke berekening bij de gegevens van in 1933 verbouwde aardappelen op het fosforzuurproefveld NGe 102 van den *Rijkslandbouwconsulent te Zutphen* bij G. J. HEUSINKVELD te *Dinxperlo*.

Uitgedrukt in procenten van de gemiddelde cijfers is in dit geval de fout der objectgemiddelden bij de opbrengst het kleinst, nl. gemiddeld 1,2 %; voor de gehaltecijfers is deze 3,2 % en voor de onttrekkingscijfers 3,9 %. Naar verhouding zijn bij dit geval inderdaad de verschillen bij de onttrekkingscijfers het grootst, zoodat de zekerheid van de verschillen tusschen de objecten voor de drie groepen van cijfers niet zooveel uiteenloopt. Voor de opbrengstcijfers staat, op basis van minstens tweemaal de middelbare fout van het verschil, een opbrengstverschil tusschen de objecten van 11 q vast; voor de

TABEL 10

NGe 102, P-trappen-proefveld te Dinxperlo — 1933
Aardappelen — Objectgemiddelden

Object Gewenscht P-getal	Aardappel- knolopbrengst q/ha \pm mf	% P_2O_5 van de droge stof Percentage \pm mf	Onttrekking P_2O_5 kg/ha \pm mf
0	304 \pm 3,6 q/ha	0,56 \pm 0,017 % P_2O_5	37,4 \pm 0,83 kg/ha
3	310 3,7	0,60 0,019	42,0 1,50
7	320 4,5	0,63 0,011	45,8 1,29
11	324 1,7	0,65 0,023	46,2 2,51
15	320 2,4	0,69 0,032	49,6 2,55

gehaltecijfers moet dit verschil ongeveer 0,06 % P_2O_5 zijn; bij de onttrekkingscijfers bedraagt dit verschil 5 kg P_2O_5 . In alle drie gevallen staat het verschil tusschen object P-getal 0 en 3 nog niet vast, maar wel tusschen object P-getal 0 en 7. Geeft men de opbrengstcijfers per ha in quintalen, resp. tiende quintalen op, dan zal men de onttrekkingscijfers niet nauwkeuriger dan in kg of tiende kg kunnen vermelden; als regel volstaan wij met afronden in kg.

Het materiaal van de P- en K-proefvelden in ons land biedt natuurlijk alle gelegenheid voor de berekening van P- en K-onttrekkingscijfers bij gesteldheden, gaande van zeer arm tot zeer ruim. De extreme gevallen behandelen wij later nog; hier vermelden wij eerst enkele gemiddelde cijfers, waarmede in het algemeen die van normale praktijkomstandigheden goed overeen zullen komen. Alleen moet men hierbij bedenken, dat bij voldoende bemesting de opbrengst van proefveldperceelen in vergelijking met die van een geheel perceel met randen en meer of minder slechte plekken als regel geflatteerd is, waardoor dus ook de onttrekkingscijfers wat hooger uitvallen.

In tabel 11 zijn de gegevens over vier achtereenvolgende jaren telkens van twee objecten van P-proefvelden op drie grondtypen vermeld. Bij het object zonder P, waar de gewassen in elk geval in de laatste jaren in opbrengst achterblijven, is de P-gesteldheid op deze drie velden vrij slecht tot matig; bij het andere object voldoende tot ruim.

Het is opvallend, hoe de gemiddelde cijfers, ondanks verschillend grondtype, vruchtwisseling, voorgeschiedenis, enz. overeenstemmen. Ook bij dergelijke berekeningen voor andere proefvelden komt men als regel tot dezelfde resultaten, die overigens geheel overeenkomen met die, welke men b.v. in boekjes over bemestingsleer vermeld vindt. Men kan dus *als gemiddelde fosforzuuronttrekking bij matige gesteldheid 40 à 45 kg/ha P_2O_5 , bij voldoende tot ruime gesteldheid gemiddeld 50 à 55 kg aannemen voor alle grondtypen*. Bij overwegend graanbouw zullen deze gemiddelden iets lager, bij veel bieten- en

TABEL 11

Fosforzuuronttrekkingscijfers in kg/ha P₂O₅

Proefveld PO 2, proefb. Heino zandgrond			WO 120, Dedemsvaart oude dalgrond			P 123, Pieterburen zavelgrond		
kg P ₂ O ₅	O	150 als sl		O	100 als sup		O	100 als sup
1935 aard ¹⁾	41	46	1935 Z.tarwe	37	43	1934 W.tarwe	45	57
1936 rogge	35	42	1936 aardapp. ²⁾	45	59	1935 boonen	44	55
1937 Z.gerst	38	41	1937 Z.tarwe	42	47	1936 W.tarwe	29	29
1938 haver	54	68	1938 aardapp.	36	50	1937 r. klaver	58	89 ³⁾
Gem. per jaar	42	49		40	50		44	56

klaverbouw iets hoger liggen. Voor grasland hangen de gemiddelde cijfers natuurlijk zeer van de behandelingswijze (maaïen of weiden) af. Bij een totale jaaropbrengst van b.v. 6000 kg/ha drogestof gemaaid voor hooibereiding zal de onttrekking gemiddeld van 35 tot 45 kg P₂O₅ variëren; heeft men eenzelfde opbrengst door zeer intensief met stikstof te bemesten en herhaaldelijk in een jong stadium te maaïen, dan zal de onttrekking door den grooteren fosforzuurrijkdom van het jonge product zeker wel 50 kg of meer kunnen bedragen. Wordt een deel van het gegroeide product afgeweïd, dan liggen natuurlijk de onttrekkingscijfers veel lager; schattingen hierover zijn moeilijk te geven.

Zóoals reeds eerder besproken, zijn bij de kaligehalten en dus ook bij de kali-onttrekkingscijfers, veel grootere wisselingen te verwachten dan bij fosforzuur; daarbij komt nog, dat de opbrengstdepressies bij kaligebrek gemiddeld grooter zijn dan bij fosforzuurgebrek, waardoor dus ook de onttrekkingsverschillen voor kali nog vergroot worden. Tabel 12 geeft voor geheel met de fosforzuurproefvelden vergelijkbare gronden de onttrekkingscijfers van drie velden aan, waarbij zonder kali de gesteldheid weer vrij slecht tot matig is en met kali vrij ruim.

Op het proefveld Pr 201 te Pieterzijl worden jaarlijks de vier genoemde gewassen op naast elkaar gelegen strooken in regelmatige vruchtopvolging verbouwd; de vermelde cijfers vormen de gemiddelden telkens voor één gewas in vier achtereenvolgende jaren. Ook uit deze tabel ziet men, althans

¹⁾ Ook strn.²⁾ Alleen Thorbecke.³⁾ 200 als sup.

TABEL 12

Kali-onttrekkingscijfers in kg/ha K₂O

K-proefveld PO 1, proefboerderij Heino zandgrond			WO 119, Dedemsvaart oude dalgrond			Pr 201, Pieterzijl zavelgrond		
kg/ha K ₂ O	O	160 als k-40		O	gem. 160 als k-40		O	300 als zk
Gemiddeld 1935—'38								
1935 aardapp. ¹⁾	145	240	1935 Z.tarwe	54	106	aardapp.	92	209
1936 rogge	40	79	1936 aardapp. ²⁾	76	219	boonen	28	100
1937 Z.gerst	39	97	1937 Z.tarwe	61	149	kanariezaad	44	79
1938 haver	36	185	1938 aardapp.	62	190	Z.tarwe	82	110
gem. per jaar	65	150		64	158		62	125

voor de objecten zonder kali, waarbij de verschillende gewassen dus in meerdere of mindere mate kaligebrek lijden, gemiddeld over vier jaar een constante kali-onttrekking van 62—65 kg. Ook met jaarlijks 160 kg kali loopt op den zand- en dalgrond de gemiddelde onttrekking niet veel uiteen. Haver neemt daarbij op den zandgrond ongeveer de plaats van het tweede aardappeljaar op dalgrond in. Daarentegen is de kali-opname op zavelgrond, waar naast drie stroovruchten aardappelen ook de vierde plaats in de vruchtwisseling innemen. zelfs met een veel zwaardere kalibemesting van 300 kg K₂O jaarlijks veel lager dan op de beide andere gronden; bij een nog beter vergelijkbaar object met 180 kg kali per jaar bedraagt de gemiddelde kali-onttrekking op dit veld zelfs maar 103 kg. Duidelijker dan bij de bespreking der gehaltecijfers zien wij hier weer de geringere kali-opname uit eenzelfde mesthoeveelheid op zavelgrond in vergelijking met zandgronden. Kiest men een vruchtwisseling met meer „kalivreters”, dus behalve aardappelen ook bieten (in het bijzonder voederbieten), dan komt men zoowel op zand- en dalgronden als op zavelgronden tot hogere gemiddelde onttrekkingscijfers, maar het geringere opnemend vermogen van een gegeven bemesting op de zavelgronden zal men steeds terugvinden. Voor zwaardere kleigronden beschikken wij slechts over enkele gegevens, waarbij, zooals te verwachten is, de onttrekkingscijfers aan kali gemiddeld hooger liggen dan bij de lichtere zavelgronden. Bij de flink gekalkte objecten van Pr 90, een kalkkaliproefveld op een grond met dunne Dollardkleilaag (52 % klei) te *Scheemda*, bedraagt de kali-onttrekking bij een vruchtopvolgving, waarin suikerbieten en haver als kali-rijkere en zomer-

¹⁾ Ook stm.²⁾ Alleen Thorbecke.

gerst en zomertarwe als kali-armere gewassen, zonder kali gem. 109 kg en met 150 kg K_2O gem. jaarlijks 150 kg ¹⁾. Schakelt men nog twee voorafgaande jaren in met minder kali-rijke gewassen, erwten en zomertarwe, dan bedraagt de gemiddelde kali-onttrekking hier ook slechts 97 kg zonder kali en 129 kg met kali. Dit is dus een duidelijk voorbeeld, hoe een dergelijk gemiddeld cijfer over weinige jaren beïnvloed wordt door de keuze der gewassen. Verder moet bij deze vergelijking bedacht worden, dat deze kleigrond zonder kali slechts betrekkelijk gering kaligebrek vertoont in vergelijking met den hier genoemden zavelgrond.

Op een kalirijken kleigrond (73 % klei) is het proefveld Pr 80 op de *proefboerderij* te *Nieuw-Beerta* gelegen, waar geen of slechts zeer weinig effect van de kalibemesting is waar te nemen. Bij een vruchtopvolgving van tarwe, erwten, karwij en gerst bedraagt hier op het gekalkte deel van het proefveld de gemiddelde jaarlijksche onttrekking:

zonder kali	. .	155 kg K_2O per ha
met 150 kg kali	172	„ „ „ „
met 500 kg kali	184	„ „ „ „

Men ziet ten eerste, dat de cijfers op een hooger peil komen te liggen dan bij de tot nu toe geboemde proefvelden; ten tweede is overeenkomstig het geringe opbrengstverschil de meerdere opname van kali bij de met kali bemeste objecten betrekkelijk gering. Granen zullen op dergelijken grond ook zonder kalibemesting wel gemiddeld 130 kg kali onttrekken. Verbouwt men hier tusschendoor een gewas karwij, dat heel wat kali op kan nemen (in dit geval 250—310 kg), dan zal men al spoedig een gemiddelde onttrekking van 150 kg per jaar bereiken.

Een cijfer van 150 kg/ha K_2O , dat dus bij een behoorlijke kalivoorziening als gemiddelde voor vele typen bouwlandgronden zal kunnen gelden, kan men ook voor grasland aannemen, wanneer jaarlijks een 6000 kg droog materieel per ha van het land wordt gehaald. Evenals bij fosforzuur reeds is opgemerkt, zal hierbij het stadium, waarin geoogst wordt en de behandelingswijze van het land door de jaren heen, dergelijke gemiddelde cijfers sterk kunnen beïnvloeden. Omdat wij meestal alleen over gegevens der eerste sneden beschikken, zien wij er van af, om voorbeelden van onttrekkingscijfers bij grasland te vermelden. Balansberekeningen van gegeven en onttrokken bemesting zullen hierbij ook weinig beteekenis hebben.

In vorige publicaties (2, 9) hebben wij ook aandacht geschonken aan verliezen uit het gewas aan voedende bestanddeelen, die vóór den oogst kunnen

¹⁾ Voor suikerbietenloof, waarvan de opbrengst niet is bepaald, is een schatting van de K-onttrekking gemaakt.

optreden, waarbij de meer theoretische zijde van dit vraagstuk in verband met het verloop der z.g. groeicurven werd beschouwd. Wij willen nu de meer praktische zijde hiervan, aanknappend aan proefveldmateriaal, nog eens beschouwen, waarbij vooral ook de verliezen na den oogst van belang zullen kunnen zijn.

De te bespreken verliezen kunnen een geheel verschillende oorzaak hebben. In de eerste plaats moet men rekening houden met het feit, waaraan vooral de laatste jaren van plantenphysiologische zijde aandacht geschonken wordt, van de uitscheiding van minerale bestanddeelen door de bladeren van groene planten, gevolgd door afspoelen door neerslag. ARENS (11), die hierover het meeste materiaal heeft gepubliceerd, vermeldt o.a. dat te velde van 1 ha suikerbietenblad met 1675 kg droge stof na 18 uren regen van de aanwezige 75,5 kg K_2O er 36,8 kg zou zijn uitgespoeld. Deze z.g. cuticulaire excretie zou het grootst zijn bij bladrijk en mineraalrijk loof van hakvruchten.

Hierbij aansluitend kunnen de geconstateerde verliezen eenerzijds door uitspoeling anderzijds door bladafval genoemd worden bij het afsterven van plantendeelen. Het belangrijkste voorbeeld is hiervan aardappelloof, waarvan in vele gevallen zeker voedingsstoffen bij het afsterven zullen uitspoelen, terwijl ook een verlies door bladafval en achterblijven van voedingsstoffen in het niet geoogste loof kan plaats vinden. Wij vonden b.v. op Pr 125, een kali-proefveld te Noordlaren, in 1933 in den aardappelknollenoogst op 8 September bij een bemesting met 240 kg K_2O meer dan 100 kg kali minder terug dan in loof en knollen bij een tusschentijdsche bemonstering op 4 Augustus. Dit is wel een zeer groot verlies, waarbij echter in aanmerking genomen moet worden, dat de drogestofproductie in de maand Augustus slecht was; daardoor kon niet, zooals in normale gevallen, een groot deel van het kali in het loof met het nog geproduceerde zetmeel naar de knollen afgevoerd worden. Over de hoeveelheden achterblijvende voedingsstoffen in afgestorven aardappelloof zijn van een proefveld te Emmercompascuum gegevens bekend. Gemiddeld bedraagt deze hoeveelheid niet meer dan 5—10 kg K_2O en 3—5 kg P_2O_5 per hectare.

Een derde bron van verliezen kan zijn een teruggang van voedingsstoffen door de wortels naar den grond; deze wijze van verlies wordt door vele onderzoekers in twijfel getrokken. Vast staat, dat als regel uitspoeling uit levende of doode plantendeelen van meer beteekenis zal zijn, maar toch zijn er verschillende proeven, die er op wijzen, dat aanzienlijke hoeveelheden vooral bij kali, vermoedelijk op deze wijze uit de plant verloren gaan. Vooral bij afrijpende gewassen, waar de opname door de wortels tegen het einde van den groei stilstaat, vindt men verliezen, die niet door directe uitspoeling zijn te verklaren; men krijgt hierbij den indruk, dat deze teruggang het grootst is bij die objecten,

waarbij door groote bodemvoorraden de voedselopname rijkelijk is geweest en waarbij dus van een zekere luxe-opname is te spreken.

De laatste bron van verliezen, die misschien voor de praktijk wel de meeste beteekenis heeft, is de uitspoeling van het afgesneden oogstproduct, dat nog om te drogen op het veld ligt of staat; dus de uitspoeling uit gras- of groenvoeder te velde bij hooibereiding of bij granen uit de hokken. Eenig idee van de grootte van deze verliezen bij de gewassen, die in het stroo te velde drogen, hebben wij niet. Het spreekt echter wel vanzelf, dat deze verliezen gemiddeld kleiner zullen zijn dan bij de veel nattere groenvoedergewassen, vooral wanneer deze eerst eenigen tijd op het veld uitgespreid blijven liggen. Voor gras komen wij op dit punt nog terug.

Vraagt men zich af, welke beteekenis deze verschillende mogelijke verliesbronnen voor de beschouwingen over de onttrekkingscijfers hebben, dan valt hierover het volgende op te merken.

Over het algemeen zullen alle verliezen aan voedingsstoffen, die het gewas te velde, hetzij nog in den grond staande hetzij na den oogst, lijdt, weer in den grond terugkomen en zodoende dus niet verloren gaan. Slechts bestaat de mogelijkheid, dat dit terugvloeien naar den grond plaatselijk uit gras- hoopen, graanoppers, verbrande hoopen aardappelloof e.d. in hooge concentratie zal geschieden, waardoor de grootere kans van uitspoeling uit de bouwvoor in het oog gehouden moet worden. Het nemen van gewasmonsters geschiedt soms bij het afsnijden, dus voordat eventueele verliezen kunnen optreden in het geogste product, dat nog te velde blijft, soms, vooral bij stroovruchten, bij het dorschen, dus daarna. In het eerste geval zullen de onttrekkingscijfers dus hooger gevonden kunnen worden dan in werkelijkheid van het veld wordt gehaald. Daarentegen zal, indien uitspoeling of teruggang door de wortels of ook stofverlies door bladafval vóór het oogsten optreedt, de berekende onttrekking lager zijn dan het gewas maximaal heeft bevat. Dit laatste bedrag kan speciaal uit een physiologisch oogpunt van beteekenis zijn, omdat tenslotte deze hoogste voedselopname samenhangt met de totale stofproductie tijdens het groeiproces, waarvan weer de opbrengst aan organische stof, die ons landbouwkundig het meest interesseert, afhankelijk is. Vooral bij een overmaat aan een voedingsstof in den grond, waardoor luxeconsumptie in de plant, eventueel gevolgd door een opbrengstdepressie, optreedt, zal men de oorzaak vaak niet zoo duidelijk uit gehalte- of onttrekkingscijfers van de oogstproducten kunnen opsporen, wanneer vóórdien reeds verlies is opgetreden. Hiervoor moet men dus wel tot gewasonderzoek tijdens den groei overgaan.

Van het meeste belang echter zullen de verliezen te velde na het oogsten zijn en hierbij in de eerste plaats de verliezen bij hooibereiding. Over deze verliezen in algemeenen zin is, zooals bekend, vrij wat bekend, o.a. uit Neder-

landsche onderzoekingen van BROUWER (11) en FRANKENA (12). Behalve met verliezen aan droge stof houden deze onderzoekers zich alleen bezig met de veranderingen in samenstelling, wat betreft de organische bestanddeelen; over verliezen aan fosforzuur en kali, die ons speciaal hier interesseeren, zijn geen Nederlandsche gegevens verwerkt. Wij kunnen hierover een en ander halen uit de Verslagen over 1934 en 1935 van de Rijkslandbouwproefvelden van den Rijkslandbouwconsulent te Leeuwarden. Op eenige P- en K-proefvelden, waarvan één reeds eerder is besproken (zie blz. 684), is nl. in 1934 of (en) 1935 het gras bij het maaien en ook het hooi gewogen, waarbij beide keeren monsters voor drogestofbepaling en chemisch onderzoek zijn genomen. De gegevens zijn belangwekkend genoeg, om wat uitvoeriger te bespreken. In tabel 13 vermelden wij deze eerst voor 1934.

TABEL 13

Opbrengst en samenstelling van gras en hooi van drie P- en K-proefvelden in Friesland in 1934

Object bemesting in kg/ha	Opbrengst drogestof q/ha		Percentage van de drogestof				Verlaging van het gehalte in hooi ten opzichte van en in % van het gehalte in gras	
	Gras	Hooi	P ₂ O ₅		K ₂ O			
			Gras	Hooi	Gras	Hooi	P ₂ O ₅	K ₂ O
WF 30, K-prv. J. BERGA, Gersloot; gewogen: gras 12 Juni, hooi 16 Juni								
0 K ₂ O	35,7	36,4	0,84	0,72	1,46	1,29	14	12
50	46,7	48,6	0,76	0,66	1,79	1,73	13	3
120	47,3	45,7	0,73	0,65	2,48	2,08	11	16
180	44,9	45,6	0,73	0,66	2,65	2,47	10	7
WF 32, P-prv. L. H. SIEBENGA, Gersloot; gewogen: gras 29 Mei, hooi 6 Juni								
0 P ₂ O ₅	44,4	44,5	0,72	0,66	3,45	3,12	8	10
50	47,8	49,3	0,84	0,74	3,56	3,08	12	13
100	47,4	51,0	0,89	0,78	3,32	2,97	12	11
150	49,1	47,7	0,92	0,81	3,12	2,67	12	14
WF 33, P-prv. E. R. KOOPMANS, Harich; gewogen: gras 11 Juni, hooi 15 Juni								
0 P ₂ O ₅	50,5 (46,5)	52,7	0,43	0,43	2,65	2,46	0	7
50	49,4 (50,0)	56,8	0,53	0,48	2,75	2,70	9	2
100	49,5 (52,1)	59,1	0,60	0,52	2,78	2,40	13	14
150	49,7 (51,8)	60,0	0,60	0,50	2,63	2,48	17	6

In de eerste plaats ziet men, dat op deze proefvelden tussehen maaien en wegen van hooi, slechts resp. vier, negen en vier dagen heeft gelegen ¹⁾, het-

¹⁾ Als data zijn de inzenddata der monsters genomen; het is mogelijk, dat de weegdata soms één dag eerder vallen.

geen wijst op gunstige weersomstandigheden toentertijde. Vergelijkt men verder gras- en hooiopbrengsten aan drogestof, dan blijkt in tien der twaalf gevallen merkwaardigerwijze een toename in de hooiopbrengst op te treden; bij de beide eerste proefvelden is deze gering, bij het laatste zeer aanzienlijk. Gedacht moet daarbij worden aan onvermijdelijke fouten bij de bemonstering en het uitvoeren van de drogestofbepalingen, waarop wij hier niet verder willen ingaan. Bij proefveld WF 33 was in de verse grasopbrengsten en ook in de hooiopbrengsten met gemiddeld 82 % drogestof een duidelijk fosforzuur-effect te constateeren. Door de zeer wisselende drogestofcijfers in het gras, die speciaal bij de beide hoogste trappen lager waren, verdween dit effect geheel bij omrekening op drogestof. Dit is wel een aanwijzing, dat er iets mis is met deze drogestofcijfers. Omrekening met een constant gemiddeld drogestofcijfer geeft gecorrigeerde cijfers (vermeld tusschen haken), die in veel nauwer verband met de drogestofopbrengsten van het hooi staan.

In elk geval lijkt het waarschijnlijk, dat er op geen dezer velden in 1934 bij de hooibereiding belangrijke verliezen aan drogestof zijn opgetreden. Wij kunnen daarom de fosforzuur- en kaligehaltecijfers direct beschouwen, in plaats van deze ter berekening van de onttrekking met een ongeveer gelijk-blijvende drogestofopbrengst te vermenigvuldigen.

In deze gehaltecijfers ziet men bij hooiing met één uitzondering steeds eenige daling optreden; wij hebben deze daling ook in procenten van het oorspronkelijke gehalte van het gras uitgedrukt. Gemiddeld bedraagt deze zoowel voor P als voor K ongeveer 10 %. Bij de fosforzuurproefvelden is er een aanwijzing, dat deze daling, dus het verlies aan fosforzuur, iets kleiner is op het nul-object dan bij bemesting. *Over het geheel kan men zeggen, dat bij geen of zeer gering verlies aan drogestof, zooals in 1934 op deze proefvelden zal zijn opgetreden, verliezen aan fosforzuur en kali meestal wel, maar in zeer beperkte mate optreden.*

Een geheel ander beeld krijgt men in 1935, waarvan de gegevens van twee velden in tabel 14 zijn vermeld.

In 1935 was de weersgesteldheid in Juni voor het hooien ongunstig; tusschen het wegen van gras en hooi ligt dan ook voor deze 2 proefvelden een tijd van resp. 16 en 21 dagen. Geheel in overeenstemming hiermede vinden wij bijzonder groote verliezen aan drogestof, voor het eerste proefveld gemiddeld 24 %, voor het tweede zelfs 36 %. BROUWER (11) en ook WITTEVEEN (13) geven op, dat dergelijke groote verliezen bij ongunstig hooiweer kunnen optreden. Hoewel wij bij de behandeling van de cijfers over 1934 gezien hebben, dat wij bij vergelijking van de drogestofcijfers van gras en hooi voorzichtig moeten zijn, staat het in elk geval wel vast, dat in 1935 hier dus groote verliezen hebben plaats gevonden. Het heeft nu dan ook zin, om de verliezen aan

TABEL 14

Opbrengst en P- en K-onttrekkingscijfers van gras en hooi van een P- en een K-proefveld in Friesland in 1935

Object bemesting in kg/ha	Opbrengst droge stof q/ha		Onttrekking in kg/ha				Verliezen bij hooiwinning in % van opbrengst en onttrekking door gras		
	Gras	Hooi	P ₂ O ₅		K ₂ O		Droge stof	P ₂ O ₅	K ₂ O
			Gras	Hooi	Gras	Hooi			
WF 31, K-prv. S. FALKENA, Harich ; gewogen : gras 4 Juni, hooi 20 Juni									
0 K ₂ O	44,5	29,3	35	18	71	25	34	49	65
60	48,3	40,0	38	25	114	48	17	34	58
120	50,8	37,9	38	22	134	53	25	42	60
180	49,4	38,3	37	23	141	58	22	38	59
WF 33, P-prv. E. R. KOOPMANS, Harich ; gewogen : gras 6 Juni, hooi 27 Juni									
0 P ₂ O ₅	36,6	23,0	18	9	100	23	37	50	77
50	43,4	26,1	26	13	127	37	40	50	71
100	45,7	30,0	29	16	128	37	33	45	71
150	46,8	30,8	31	16	132	43	33	48	67

P en K op de opbrengsten om te rekenen en dus onttrekkingscijfers in plaats van gehaltcijfers te beschouwen. *De verliezen aan P en K blijken nu veel groter te zijn dan van drogestof, m.a.w. naast het verlies aan P en K, dat plaats vindt door verloren gaan van materiaal, wordt het overblijvende materiaal ook nog armer aan P en K;* dit kan door uitspoeling of wel door overblijven van b.v. meer van nature P- en K-armer stengelmateriaal bij sterk bladverlies gebeuren.¹⁾ Het verlies aan kali is daarbij met resp. 61 en 72 % veel groter dan aan fosforzuur met 41 en 48 %. Vermoedelijk hebben wij hierbij met toevallig extreme omstandigheden te doen; het geeft ons echter een duidelijk beeld hoe in verschillende jaren ook op eenzelfde veld de verliezen aan P en K van enkele procenten tot 50 en 70 % kunnen bedragen. Er is dus alle reden, om bij hooibereiding enerzijds uit een bemestingsstandpunt (terugvloeiën der voedingsstoffen in den grond), anderzijds van een veevoedingsstandpunt (mineraalarmoede van het gewonnen hooi) aan mogelijke verliezen van minerale stoffen aandacht te schenken.

In dit hoofdstuk zijn dus verschillende aspecten van de P- en K-onttrekkingscijfers besproken; in de eerste plaats de mogelijke fouten, die aan deze

¹⁾ Dit stemt overeen met een Zwitsers onderzoek in dezelfde richting (vgl. CRASEMAN (14)).

cijfers kleven, in de tweede plaats gemiddelde cijfers voor verschillende grondtypen en vruchtopvolgingen en in de derde plaats de beteekenis van eventueele verliezen. Bij dit laatste punt zijn de mogelijke verliesbronnen tijdens en na den groei besproken, waarbij dus de kans op het vinden van te lage of te hooge cijfers al naar gelang van bemonsteringstijd en oorzaak van het verlies bestaat. Hiervan zullen de verliezen bij hooibereiding van de meeste beteekenis zijn.

HOOFDSTUK VI

Bijzondere gevallen bij het gewasonderzoek op fosforzuur en kali

In de drie vorige hoofdstukken hebben wij uit het materiaal betreffende gewasonderzoek bij P- en K-proefvelden geput voor het verkrijgen van een algemeen indruk over het verloop van gehalte- en onttrekkingscijfers onder evrschillende omstandigheden. Daarbij is vooral aandacht besteed aan cijfers, die den gemiddelden toestand vertegenwoordigen en in mindere mate aan extreme gevallen. Gegevens over de plantensamenstelling eenerzijds bij sterk P- en K-gebrek, anderzijds bij een overdadigen voorraad van deze voedingsstoffen in den grond, zijn er echter in dit materiaal ook ruimschoots aanwezig. Wij bespreken nu nog een aantal van dergelijke extreme gevallen, die een indruk geven van de groote verschillen, die bij de P- en K-huishouding der gewassen kunnen voorkomen.

Fosforzuur

Gevallen van sterk P-gebrek op proefvelden treft men vooral aan bij grasland op veengronden en bij bouwland op nieuwe heideontginningen of nieuwe veenkoloniale gronden. Legt men op dergelijke gronden proefvelden aan, voordat door behoorlijke P-bemesting een voldoende P-gesteldheid is ontstaan, dan kan men hierbij door goed gekozen aftrapping in de bemesting alle graden van P-gesteldheid, van zeer slecht tot zeer ruim, verwezenlijken. Bij reeds lang in cultuur zijnde gronden, is als regel de bemestingstoestand aan fosforzuur wel zoo goed, dat door uitboeren slechts zeer moeilijk een extremen gebrekstoestand is te bereiken.

Voor grasland noemden wij op blz. 712 reeds de proefvelden WO 47 in het *Staphorsterveld*, waar men bij groot P-gebrek in het gras gehalten van 0,29 % P_2O_5 vond. Ook op andere proefvelden in den kop van Overijssel en verder op enkele proefvelden te *Eemnes* en *Hoogland* van den *Rijkslandbouw-consulent te Bilthoven* vindt men soms dergelijke lage gehalten bij zeer sterke werking van een fosfaatbemesting. Bij de lage opbrengsten, die op dergelijke

objecten zonder P-bemesting verkregen worden, zal de onttrekking per hectare ook bij twee maal maaien veelal niet boven een totaal van 10 kg P_2O_5 per jaar uitkomen.

Nog lagere cijfers vinden wij bij ontginningen. Op het in hoofdstuk II behandelde proefveld Pr 87 op nieuwen dalgrond, die vóór aanleg van de proef geen fosforzuur ontving, bevat de rogge in het negende proefjaar 0,48 % P_2O_5 in den korrel en 0,08 % in het stroo; de totale onttrekking bedraagt hierbij 5 kg/ha. In vorige jaren kon echter het gewas op dit object gemiddeld nog 15—20 kg P_2O_5 uit den grond halen.

Alle laagtereclords worden evenwel geslagen op een proefveld Pr 391 bij R. TEL te Marum op net ontgonnen heidegrond door het Rijkslandbouwproefstation te Groningen in 1937, onder leiding van Dr. F. v. D. PAAUW, aangelegd. Op dit veld was de opbrengst aan zwarte haver zonder fosforzuurbemesting, een volledig misgewas, 180 kg korrel en 280 kg stroo per ha met fosforzuurgehalten van resp. 0,43 en 0,06 % P_2O_5 . *De per ha opgenomen hoeveelheid blijft hiermede onder 1 kg P_2O_5* ; wel een bewijs voor de extreme P-armoede op dergelijken grond. Een bespreking van eenige andere gehaltecijfers van dit proefveld levert een goed voorbeeld voor een verschijnsel, dat men bij ernstig P-gebrek herhaaldelijk ziet optreden. In fig. 10 zijn de fosforzuur-gehaltecijfers in korrel en stroo van zwarte haver, die in beide proefjaren, 1937 en 1938, is verbouwd, vermeld resp. van 7 en 8 objecten. Op dit proefveld is de werking van super en slak vergeleken; deze meststoffen werden in 1937 in drie hoeveelheden gegeven. Van de grootere serie objecten in 1938 zijn in de figuur alleen die vermeld, waarbij de meststoffen in gelijken vorm, maar deels in andere hoeveelheden als in 1937 zijn gegeven en verder het nul-object, dat nu echter 50 kg P_2O_5 ontving.

De opbrengsten vertoonen in beide jaren een sterke stijging met fosforzuurbemesting, die voor super aanzienlijk grooter dan voor slak is.¹⁾

In 1937 blijven de P-gehalten in het stroo bij opklimmende giften voor super en slak even laag; in den korrel ziet men echter bij super een flinke stijging van het gehalte, dat echter ook bij 300 kg/ha P_2O_5 (0,67 %) nog onder het normale blijft. Bij slakkenmeel blijft ook het fosforzuurgehalte van den korrel extreem laag; met de lagere opbrengst vormt dit dus een bewijs van de moeilijker opneembaarheid van deze meststof op dezen grond in vergelijking met super.

In 1938 is het beeld echter geheel anders. De stijging in het gehalte van den korrel bij super is nu geringer, waarbij echter bedacht moet worden, dat de versehe giften meststof dit jaar kleiner zijn. Voor slakkenmeel is het gehalte

¹⁾ Voor uitvoerige gegevens zie een binnen afzienbaren tijd te verschijnen publicatie van v. D. PAAUW.

zoowel in korrel als stroo daarentegen bij de objecten, die in totaal 50, 100 en 250 P_2O_5 in dezen vorm hebben ontvangen, juist tamelijk hoog, terwijl juist, wat stand en opbrengst betreft, deze objecten nog sterk fosforzuurgebrek

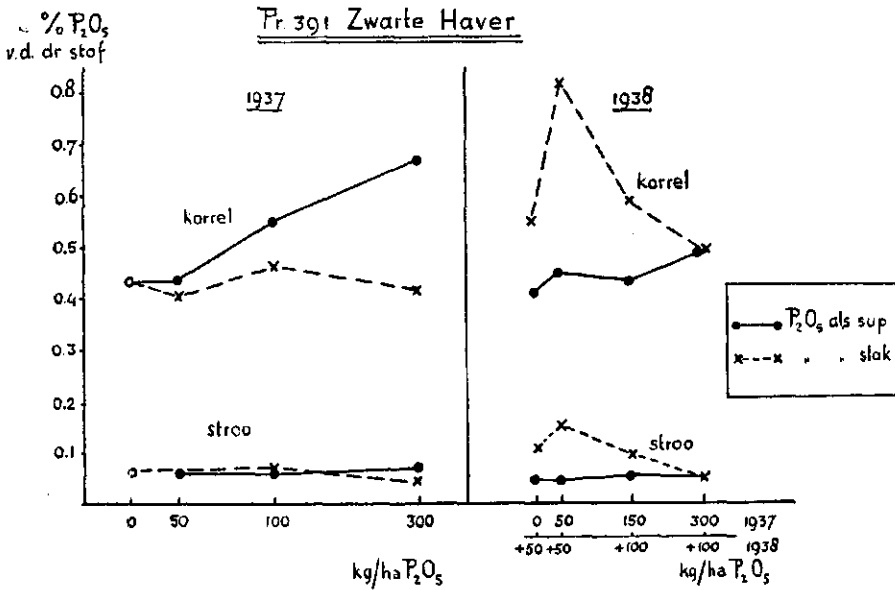


Fig. 10

Pr 391, P-proefv. R. TEL te Marum

P_2O_5 -gehalte in korrel en stroo van haver bij super- en slakbemesting in 1937 en 1938

leden. Merkwaardig is, dat met tweemaal 50 kg als slak het hoogste gehalte, maar tevens de laagste opbrengst wordt verkregen. Hiermede komen wij meteen tot de waarschijnlijke verklaring van dit typische verschijnsel, dat wij reeds herhaaldelijk bij fosfaatproeven konden constateeren.

Bij ernstig fosforzuurgebrek wordt de groei van het gewas in het begin zoo sterk geremd, dat de productie ook bij een betere fosforzuurvoorziening aan het einde van den groei, toch niet boven een minimum-waarde uit kan komen. Indien echter een dergelijke, wat gunstiger fosforzuurgesteldheid voor het gewas, b.v. door betere vochtvoorziening, gepaard met betere beworteling, op een voor de productie te laat tijdstip van den groei optreedt, zullen de planten wel meer fosforzuur opnemen, waardoor betrekkelijk fosforzuurrijke organen kunnen ontstaan, maar zal de productie laag blijven. Bij iets minder slechte fosforzuurgesteldheid van begin af, zal de groei bij de eerste ontwikkeling minder geremd worden en zal er later ook meer drogestof, in het bijzonder ook korrel geproduceerd kunnen worden. Een daarop volgende gunstiger

toestand van fosforzuurvoorziening zal nu niet tot ophooping van fosforzuur leiden, omdat de mogelijkheid tot volkomen uitnutting van de beschikbare voedingsstof nu wel bestaat door een betere gewasontwikkeling reeds in eersten aanleg. De gehaltecijfers in de oogstproducten zullen dus bij opklimmende P-giften eerst dalen en pas weer bij werkelijk voldoende of ruime P-gesteldheid, die men op het hier als voorbeeld gekozen proefveld in 1938 echter niet heeft, bereikt, weer gaan stijgen. De veronderstelling is wel gewettigd, dat het verschil in weersomstandigheden in 1937 en 1938 (grootere droogte in 1938) het feit zal kunnen verklaren, dat deze late fosforzuur-nalevering tijdens den groei, zich uitend in hoge gehaltecijfers bij sterk gebrek, wel in 1938, maar niet in 1937 optrad.

Stappen wij nu van fosforzuurgebrek over naar fosforzuurovermaat, dan valt slechts te constateeren, dat een dergelijke overmaat, die tot uiting komt in hoge gehaltecijfers voor fosforzuur bij tevens hoge opbrengsten, slechts zelden optreedt. Wij kennen het verschijnsel eigenlijk alleen uit potproeven, waar men natuurlijk dikwijls onder min of meer extreme omstandigheden werkt. Te velde nemen de gewassen ook bij rijkelijke fosforzuurvoorziening toch meestal niet bijzonder veel fosforzuur op door de betrekkelijk moeilijke beschikbaarheid ervan voor de plant. Zooals bekend, komt speciaal op veenkoloniale gronden het fosforzuur gemakkelijk ter beschikking van de plant en in overeenstemming hiermede vinden wij ook op een aantal proefvelden op ouden en nieuwen dalgrond bij behoorlijke fosforzuurbemesting vrij hoge gehalten in het stroo van granen of in den aardappelknol. De hoogste gehaltecijfers, die ons hierover ter beschikking staan, zijn afkomstig van het proefveld EC 72, reeds in 1922 door den *Rijkslandbouwconsulent te Assen* aangelegd op de *proefboerderij te Emmercompascuum* met drie fosforzuurtrappen, nl.: geen fosforzuur, een z.g. Ersatz-hoeveelheid van gemiddeld 350 kg/ha slakkenmeel of super en een jaarlijksche gift van ± 800 kg/ha van één der beide meststoffen. De proef, die vanaf 1923 onder leiding van den *Directeur der Rijkslandbouwwinterschool te Emmen* stond, werd 12 jaar in denzelfden vorm voortgezet; daarna ontvingen alle objecten nog gedurende vijf jaar eenzelfde fosforzuurbemesting van 450 kg/ha slakkenmeel. In tabel 15 vindt men de gehaltecijfers bij het oude proefplan in 1932 en daarna over 4 jaar bij het gewijzigde proefplan.

In de jaren vóór 1934 is de opbrengst zonder P gemiddeld 50 %, met de Ersatzhoeveelheid ± 95 % van die met 800 kg fosfaatmeststof; in overeenstemming hiermede ligt in 1932 zonder P speciaal in den haverkorrel het gehalte zeer laag. Na de nivelleerende bemesting sedert 1933 wordt de achterstand op het vroegere nul-object natuurlijk geringer; vanaf 1934 is de opbrengst hier ± 87 % van de maximale. Het oude Ersatz-object blijft ook in de opbrengst

TABEL 15

*EC 72, P-proefveld proefboerderij Emmercompascuum,
% P_2O_5 in de drogestof*

Vóór 1933 Object	Haver 1932		Vanaf 1933 Object	Aard- appe- len 1934	Tarwe 1935		Haver 1936		Aard- appe- len 1937
	Korrel	Stroo		Knol	Korrel	Stroo	Korrel	Stroo	Knol
1 geen P	0,46	0,12	450 kg	0,36	0,70	0,16	0,92	0,29	0,46
2 Ersatzhoev.	1,01	0,29	450 slak	0,70	0,78	0,16	1,01	0,28	0,48
3 800 kg sl of sup	1,06	0,54	450	1,07	0,82	0,23	1,09	0,73	0,64

nog eenige procenten onder het maximum bij object 3. In de laatste drie jaren komen de eerst zoo lage gehaltecijfers bij het nul-object veel dichter bij die van object 2. Opvallend is, dat in 1934 en 1936, dus nadat de zware fosfaatbemesting verminderd is, toch bij object 3 evenals in 1932 abnormaal hoge fosforzuurgehalten voorkomen, die dus wijzen op een groote fosforzuurbeschikbaarheid; een onttrekking van 88 kg/ha P_2O_5 bij aardappelen in 1934 en van 72 kg bij haver in 1936 is tenminste zeer hoog. Uit de fosforzuurgetallen van het grondonderzoek, die, evenals de verdere proefveldgegevens in de verslagen van de proefboerderijen te Borgercompagnie en Emmercompascuum vermeld zijn, krijgt men wel een zelfde beeld van de onderlinge verhouding der fosforzuurbeschikbaarheid op de drie objecten; de cijfers voor object 3 zijn echter geenszins zoo hoog, dat men hieruit den blijkbaar ook in latere jaren nog bestaanden fosforzuurrijkdom kan afleiden. Het gewasonderzoek vormt hier zeker een belangrijk gegeven voor de kennis van de fosforzuurvoorziening.

Over het algemeen kan voor fosforzuur gelden, dat opname van groote hoeveelheden uit den bodem in de eerste plaats door hooge opbrengsten en slechts in de tweede plaats door hooge P-gehalten in het gewas zullen veroorzaakt worden. Groote groenvoederoogsten, zooals van lucerne of groene mais, en groote voederbietoogsten op goed bemeste gronden zullen als regel meer fosforzuur uit den grond halen dan een graan- of aardappelgewas, ook al is daarin het P-gehalte wat hooger dan in doorsnee.

Ook in gras zal men herhaaldelijk hooge fosforzuurgehalten (boven 1 %) kunnen vinden; het betreft dan echter altijd een gewas in een jong groeistadium (vroeg gemaaide eerste snede of minder snel gegroeide tweede of derde snede), waarvan de massa niet zoo groot is, om een hooge fosforzuuronttrekking te kunnen leveren.

Naast de gevallen van bijzonder lage en hoge fosforzuurgehalten en onttrekkingen is er nog een bijzonder punt betreffende de fosforzuuropname, dat hierbij aansluitend besproken kan worden. In de inleiding is er, toegelicht in figuur 1, in het algemeen op gewezen, dat verschillen in voedselgesteldheid vaak gevoeliger en duidelijker in opname- of gehalteeijfers tot uiting komen dan in de opbrengsten. Speciaal bij de opneembaarheid van het fosforzuur uit verschillende P-meststoffen door het gewas, een punt, dat landbouwkundig van veel beteekenis is, zal het gewasonderzoek als een verfijning van het onderzoek naast de opbrengstbepaling van veel beteekenis zijn. Uit het omvangrijke proefmateriaal, dat hierover de laatste jaren aan het Rijkslandbouwproefstation door v. d. PAAUW ¹⁾ is verzameld, vermelden wij hier een enkel sprekend voorbeeld in Fig. 11. Hierin zijn de fosforzuurgehalten in den

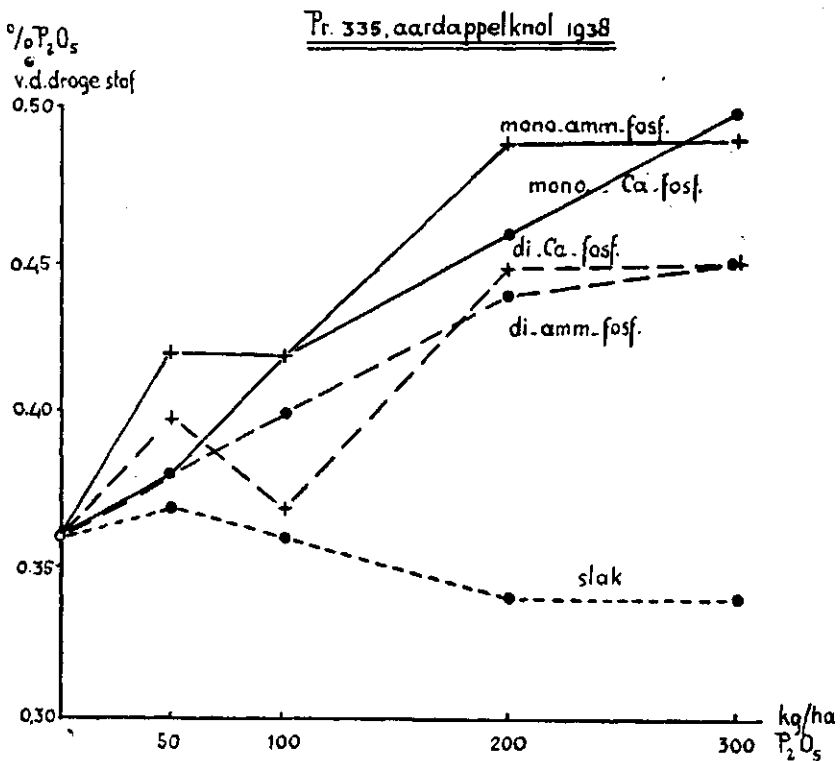


Fig. 11

Pr 335, P-proefv. terrein Hooghalen, 1938

 P_2O_5 -gehalte van aardappelen bij opklimmende P-giften in verschillende vormen

¹⁾ Verwezen kan worden naar een binnenkort te verschijnen publicatie over vergelijkende pot- en veldproeven met ammonium- en kalkfosfaten.

aardappelknol bij bemesting met opklimmende hoeveelheden van resp. mono- en di-calciumfosfaten, mono- en di-ammoniumfosfaten en slakkenmeel uitgezet van een proefveld Pr 335 op pas ontgonnen heidegrond op het proefterrein van het Rijkslandbouwproefstation te *Hooghalen*.

Er was in het tweede proefjaar 1938 op dezen fosforzuurarmen grond een duidelijke fosfaatwerking met slechts gering onderscheid tusschen de mono- en di-fosfaten; slakkenmeelbemesting had hier in vergelijking met geen fosforzuur in het geheel geen gunstig effect. Het verloop der gehaltecijfers voor slakkenmeel vertoont weer in geringe mate het naleveringsverschijnsel (zie blz. 731) voor het object 50 P_2O_5 evenals trouwens bij het nul-object; bij afnemend fosforzuurgebrek bij hogere P-giften als slakkenmeel daalt dan het gehalte in den knol. Bij de andere P-soorten, die dus in opbrengsteffect weinig verschilden, krijgen nu vanaf 100 kg P_2O_5 de monofosfaten in gehalte een duidelijken voorsprong op de beide di-fosfaten; dit wijst dus op een geringere opneembaarheid van het fosforzuur uit deze laatste meststoffen, hetgeen dus niet in een achterblijvende opbrengst tot uiting komt. Hetzelfde verschijnsel kon reeds herhaaldelijk bij proeven op ditzelfde grondtype vastgesteld worden en kan dus min of meer als waarschuwing dienen, om voorzichtig te zijn met het gebruik van twee-basische fosfaten onder deze omstandigheden.

Kali

In tegenstelling met fosforzuur zal men kaligebrek in zeer ernstige mate niet alleen op nieuwe en nooit bemeste gronden, maar ook door uitboeren op van nature kali-arme, maar voordien met kali bemeste gronden kunnen teweegbrengen. Zoo bedraagt op de verschillende proefvelden op lichten grond, waar door jarenlang weglaten der kalibemesting kaligebreksverschijnselen in sterke mate optreden, de jaarlijksche onttrekking op de kalilooze veldjes gemiddeld niet meer dan 10 à 20 kg K_2O , een bedrag, dat overeenstemt met dat, wat men op nooit met kali bemeste, nieuwe gronden zal vinden. Bij fosforzuur hebben wij gezien, dat men op oude gronden eigenlijk nooit zoo een vergaanden graad van uitboeren kan bereiken, die de fosforzuurarmoede van nieuwe ontginningen benadert.

Bij grasland zijn het, evenals voor fosforzuur, de veengronden, die van nature zeer kali-arm zijn. Een sprekend voorbeeld hiervan geeft het proefveld WO 15 bij E. TEN KATE te *Balkbrug*, in 1930 op moerasveen aangelegd door den heer L. WELJER te Meppel. Zonder kali wordt bij de eerste snede hier niet meer dan 15 tot 28 q/ha hooi geoogst, waarvan het kaligehalte als regel nog onder 1 % K_2O van de drogestof blijft; de hoeveelheid kali in het gras wisselt hierbij van 10 tot 20 kg/ha. Vaak is ook nog een tweede snede gemaaid, die meestal minder opbrengt en dan ook niet meer kali dan bij de eerste

snede uit den grond haalt. Evenals bij gras met bijzonder lage P-gehalten heeft men hier ook te maken met een grasmatt, waarin zeggen en andere blauwgraslandplanten, die vermoedelijk bij zeer lage P- en K-gesteldheden nog kunnen groeien, een belangrijke plaats innemen. Bij kali-weglating op proefvelden, die voordien regelmatig stalmest of kunstmest hebben gekregen, vindt men na lange jaren gewoonlijk nog niet zulke lage kaligehalten; ook bij flinke gebreksverschijnselen op de kalilooze veldjes neemt het gras met de eerste snede altijd nog wel 30 à 50 kg/ha K_2O op.

Bij bouwlandgewassen bestaat er, zooals reeds bij de gemiddelde ont-trekkingscijfers is besproken, een groot verschil tusschen de diverse gewassen; dit komt ook bij de proefveldobjecten met zwaar kaligebrek voor den dag. Op nieuwen dalgrond te Emmercompascuum, waar alleen bij het aanmaken van den grond in 1930 150 kg/ha K_2O is gegeven, haalden de aardappelen op de veldjes, die verder nooit meer kali kregen, gemiddeld jaarlijks nog 45 kg/ha kali uit den grond, terwijl de granen het gemiddeld niet verder brachten dan tot 13 kg. Een aardappelknol bevat ook bij zwaar kaligebrek altijd nog 1 % K_2O in de drogestof, terwijl een graanplant gemiddeld in korrel en stroo samen tot een minimumbedrag van 0,4 % kan komen. Zou men op een dergelijken grond voederbieten verbouwen, waarvan overigens geen gevallen bekend zijn, dan zou de kali-opname vermoedelijk nog weer veel grooter zijn dan bij aardappelen. Speciaal bij kleigronden, waarbij overigens kaligebrek alleen voor de gewassen, die moeilijk kali opnemen, in een zoo sterke mate tot uiting komt, vindt men enorme verschillen in de hoeveelheid kali, die diverse gewassen uit eenzelfde kali-armen grond kunnen opnemen.

Het verschijnsel van hogere kaligehalten bij objecten met sterk kaligebrek in vergelijking met meer opbrengende objecten met minder slechte kaligesteldheid, komt niet zooveel voor als het soortgelijke, reeds besproken verschijnsel bij fosforzuurbrek. Kali wordt over het algemeen gemakkelijker en relatief meer in het begin van den groei opgenomen dan fosforzuur en zoo zal men dus slechts zelden nog een belangrijke nalevering aan kali later gedurende den groei krijgen, die wel in het gehalte, maar niet meer in de opbrengst tot uiting zou komen.

Uit een practisch oogpunt is bij het gewasonderzoek het vraagstuk van kali-overmaat van meer beteekenis dan van kaligebrek, terwijl het bij fosforzuur juist andersom is. Kaligebrek ziet men meestal spoedig en komt ook duidelijk in de opbrengst tot uiting; de gehaltecijfers dienen hierbij meer als aanvulling dan als eerste indicatie. Fosforzuurbrek is moeilijker te constateeren en hierbij treedt dikwijls eerst een gehalteverlaging op, die als waarschuwing voor moeilijke opneembaarheid en kans op opbrengstdepressie kan dienen. Daarentegen reageert het gewas op een rijkelijken voorraad aan

fosforzuur meestal noch door opbrengstdepressie noch door een sterk verhoogde P-opname, terwijl dit bij kali juist wel het geval kan zijn. Bovendien is kali een dure voedingsstof, zoodat luxeconsumptie aan kali en de daarmede voor het landbouwbedrijf gepaard gaande verliezen een punt van groote economische beteekenis is. Het gewasonderzoek vervult hierbij een bijzondere rol, omdat het de eenige methode is, om werkelijk te constateeren of een overmatige kalihoeveelheid in het gewas wordt opgenomen, hetgeen in veel gevallen uiterlijk niet is waar te nemen.

Opgemerkt moet hierbij worden, dat het optreden van kali-overmaat en luxeconsumptie voor bouwlandgewassen feitelijk alleen bij de zand- en dalgronden van beteekenis is. Op kalirijke kleigronden groeien inderdaad ook zeer kalirijke gewassen, maar in de eerste plaats kan men hier op den kalirijkdom van het gewas geen invloed uitoefenen en in de tweede plaats zal hierbij van een teveel aan kali, in den zin van een schadelijke factor voor de plant, wel nooit sprake zijn. Op kali-armere kleigronden, die met kali bemest moeten worden, zal men verder niet spoedig zooveel bemesting kunnen geven, dat dit tot een overmatige opname leidt. Wij hebben hierover een proef genomen, waarbij de kali-opname bij boonen met tot overdadige giften opklimmende kalibemesting op zavelgrond, in vakken ingevuld, vergeleken werd met de kali-opname op denzelfden grond te velde. Wij vermelden in tabel 16 de kaligehalten van boonen van enkele objecten van deze proef naast die van de veldproef, het kaliproefveld Pr 201 bij K. RISPENS te *Pieterzijl*.

TABEL 16

*Kaligehalten in de drogestof van boonen in vakken en te velde op zavelgrond
(Pr 201, K-prv. Pieterzijl 1936, 1937 en 1938)*

Object jaarlijks kg/ha K_2O als zk	% K_2O in de korrel						% K_2O in de stroo + doppen					
	Veldproef			Vakkenproef			Veldproef			Vakkenproef		
	1936	1937	1938	1936	1937	1938	1936	1937	1938	1936	1937	1938
0	1,49	1,58	1,73	1,80	1,63	1,37	0,49	0,48	0,34	0,73	0,63	0,29
480	1,87	2,05	2,03	1,95	1,62	1,80	1,60	2,06	1,99	1,19	1,68	2,36
960	—	—	—	1,95	1,64	1,98	—	—	—	1,59	2,58	3,09
1440	—	—	—	1,91	1,73	1,88	—	—	—	1,90	1,82	3,06

In het zaad wordt te velde met 480 kg kali een maximum van ruim 2 % in het kaligehalte bereikt, waarboven men in de vakkenproef ook bij zwaardere bemesting niet uit komt; in 1936 wordt dit bedrag te velde niet geheel bereikt,

evenmin als in 1937 bij de vakkenproef. Tusschen het kaligehalte zonder en met kalibemesting in het stroo is een zeer groot verschil; uit de cijfers in de beide laatste jaren krijgt men den indruk, dat bij de veldproef met 480 kg kali eveneens het maximumgehalte bij ruim 2 % ligt. In 1936 wordt dit bedrag met 1440 kg kali in de vakkenproef bijna bereikt; in 1937 wordt met 960 kg kali een wat hooger cijfer bereikt, terwijl met de hoogste gift merkwaardigerwijze weer een lager gehalte gevonden wordt. In 1938 ligt het gehalte nog wat hooger, maar ook nu schijnt men hiermede bij 960 kg kali een maximum te hebben bereikt. Op grond van de opbrengsteijfers van de veldproef is een kaligehalte van 2 % in het stroo noodig voor de maximale opbrengst. Eerst na twee of drie jaar zware giften kali lukt het dus, om bij de vakkenproef een boonengewas te verkrijgen, waarvan het stroo nog kalirijker is; de luxeconsumptie is hierbij dus nog maar vrij bescheiden, terwijl van eenige schade aan het gewas door de zware giften niets te bespeuren viel.

Zooals reeds is opgemerkt, treedt luxeconsumptie voor kali op zand- en dalgronden wel veel op; vooral op het gemengde bedrijf, waarbij men door stalmostgebruik niet zoo een nauwkeurigen indruk van het kaliverbruik zal hebben, zal men vaak te kalirijke gewassen oogsten. In de eerste plaats geldt dit dus natuurlijk voor de hakvruchten aardappelen, bieten, knollen e.d., die vaak rijkelijk met stalmost of gier bemest worden en soms daarnaast ook nog kali in kunstmestvorm ontvangen. Bovendien zijn het juist de hakvruchten, die in staat zijn, een belangrijk percentage van een rijkelijken kalivoorraad op te nemen. Daarnaast kunnen voor de lichte gronden haver en mais als gewassen genoemd worden, die groote kalivoorraden goed uitnuttten.

Door de talrijke proefveldgegevens zijn wij wel goed op de hoogte van de kaligehalten, die de verschillende gewasdeelen bij den oogst moeten bezitten, om een maximale opbrengst te krijgen. Men kan dus op grond van het gewasonderzoek over het algemeen met zekerheid de gevallen aanwijzen, waarbij luxeconsumptie aan kali is opgetreden. Voor waterrijke organen (aardappelen bieten, groenvoeders) gaat deze luxeconsumptie steeds gepaard met een nog verhoogde wateropname; bij afgerijpte stroovruchten is vaak een verhoogde stroopductie als begeleidend verschijnsel te constateeren.

Als voorbeeld van een langjarige hooge kali-opname, waarbij ook ruim luxeconsumptie optreedt, vermelden wij nog de gegevens van een proefveld op humusrijken, goed vochthoudenden zandgrond, Pr 268, het kali-proefveld te *Harpel (Westerwolde)*. Dit proefveld werd in 1929 door het Rijkslandbouwproefstation aangelegd en stond later voortdurend onder toezicht van den *Controleur der Combinatie Westerwolde*, G. T. JANSEN, die ook de verzorging van het proefveld op zich had genomen; de gegevens over dit proefveld zullen t.z.t. door Dr. V. D. PAAUW worden verwerkt.

In tabel 17 geven wij de kaligehalten in het gewas en de onttrekkingscijfers over een reeks van jaren van drie der proefveldobjecten, die steeds za ontvingen; drie andere met chilibemesting worden buiten beschouwing gelaten. Van 1929 tot en met 1934 waren de drie kalitrappen resp. 0, 200 en 400 kg/ha K_2O ; daarna bleef het laatste object zonder kali op nawerking liggen.

TABEL 17

Pr 268, K-proefveld te Harpel, Kaligehalten en kali-onttrekkingen (N als za)

Object kg/ha K_2O tot 1934	Groene mais 1932 K_2O		Aard- appelen 1934 K_2O		Object kg/ha K_2O na 1934	Aard- appelen 1935 K_2O		Haver 1936 K_2O		Aard- appelen 1937 K_2O		Aard- appelen 1938 K_2O	
	%	kg	%	kg		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
0	4,14	209 ¹⁾	1,58	114	0	1,92	110	1,08	91	1,39	74	1,62	86
200	6,34	393	2,93	276	200	2,44	177	2,35	254	2,61	190	2,66	209
400	7,44	443	3,09	275	0	2,85	199	2,30	229	2,24	173	2,16	185

Bij aanleg van het proefveld was de grond niet kali-arm; de eerste drie jaar was er geen kali-effect; bij groene mais, die, zooals men ziet, de grootste kalihoeveelheden uit den grond haalt, werkte de kalibemesting gunstig, hetgeen zich vanaf 1934 bij vier keer aardappelen en één keer haver in toenemende mate herhaalde. Na vijf jaar geen kali, is bij het nul-object vanaf 1934 toch nog jaarlijks gemiddeld 95 kg uit den grond gehaald. Bij het object met steeds 200 kg overtreft de kaliopname in vier der zes jaren de hoeveelheid der gegeven bemesting; daarbij kan een kaligehalte bij aardappelen van boven 2,3 %, althans voor fabrieksaardappelbouw, beschouwd worden als luxeconsumptie, die een zetmeeldepressie kan veroorzaken. Dit is dan ook het geval in 1937 en 1938, waarbij wij een vergelijking hebben met een minder ruime kaligesteldheid op het object met nawerking van 400 kg kali. Ook het kaligehalte van de geheele haverplant van 2,35 % (0,60 % in den korrel en 3,45 % in het stro) met de bijbehorende recordonttrekking van 254 kg/ha is bijzonder hoog. De kalireserve na zes jaar bemesting met 400 kg kali is ook nog groot en is gemakkelijk in staat, om gedurende vier jaar nog jaarlijks kalirijke gewassen met een gemiddelde onttrekking van 200 kg K_2O te leveren. Zooals reeds is opgemerkt, is de bij dit object verkregen kaligesteldheid in de beide laatste jaren voor de hoogste zetmeelproductie gunstiger dan op het regelmatig met 200 kg kali bemeste object.

¹⁾ drogestofgehalte geschat.

Tot slot van deze opmerkingen over luxeconsumptie bij kali beschouwen wij nog het grasland. De kalirijkste gronden zal men hier vermoedelijk ook op klei vinden. Wij hebben destijds op grond van een kleiner proefmateriaal reeds een berekening over luxeconsumptie bij flink bemeste kaliobjecten op grasland gemaakt (1); ook bij het grooter materiaal, dat ons nu ter beschikking staat, krijgt men eenzelfde indruk. Vroeg gemaaid gras behoeft in de eerste snede niet meer dan 2,7 %, laat gemaaid niet meer dan 2,2 % te bevatten, om de hoogste opbrengst te kunnen leveren. Nemen wij de hoogste grens van 2,7 % aan, dan liggen van ong. 600 kali-analyses van monsters van proefveldobjecten op grasland (zie tabel 21) er ong. 260, dus ong. 43 % boven 2,7 %; daarvan zijn 50 monsters afkomstig van objecten, die dat jaar geen kali hadden gekregen. Wanneer men nu nog bedenkt, dat proefvelden bij voorkeur niet op de kalirijkste perceelen aangelegd worden, dan krijgt men uit deze cijfers wel een indruk van den grooten kalirijkdom van graslanden, hetzij reeds zonder kalibemesting hetzij met normale jaarlijksche giften. Als extreem voorbeeld van kalirijk gras vermelden wij hier nog de cijfers van een éénjarig kaliproefveld op kleigrond NH 138 bij C. DE NOBEL te Barsingehorn van den *Rijkslandbouwconsulent te Schagen*. In de eerste snede bevatte het gras zonder kali 4,17 %, met 180 kg K_2O 4,49 %; de onttrekkingscijfers hierbij waren 273 en 303 kg kali. Het land was blijkbaar in vorige jaren reeds zoo rijk met kali bemest dat ook zonder verdere bemesting een voor één snede gras buitengewone hoeveelheid kali uit den grond kon gehaald worden. Wij herinneren er verder nog aan dat men bij de beschouwing van den kalirijkdom van gras niet alleen de economische zijde van het bemestingsvraagstuk, maar evenzoo de beteekenis hiervan voor de veevoeding in het oog moet houden.

In dit hoofdstuk is de beteekenis van het vóórkomen van zeer lage en zeer hooge P- en K-gehaltecijfers besproken. Daarvan zijn, naar onze meening, de lage fosforzuurcijfers in verband met moeilijke beschikbaarheid der meststoffen en als waarschuwing voor opbrengstdepressies van de meeste beteekenis. Bij kali zijn vooral de hooge cijfers in verband met luxeconsumptie en daaruit voortvloeiende verliezen en mogelijke opbrengstdepressies van belang.

HOOFDSTUK VII

Overzicht van het gewasonderzoek sinds 1931 bij kali- en fosforzuurproefvelden in Nederland

Na de behandeling van een aantal vraagstukken in verband met de samenstelling der gewassen, afkomstig van P- en K-proefvelden in Nederland, is het van belang een overzicht te geven van het materiaal, waaruit geput is.

In het eerste hoofdstuk is reeds de ontwikkeling van het gewasonderzoek

bij de landbouwproefvelden in ons land kort geschetst. De algemeene belangstelling voor het onderzoek van gewasmonsters van proefvelden der Rijkslandbouwconsulenten dateert van ong. 1929—1931; in laatstgenoemd jaar werd de uitvoering van dit onderzoek aan het *Rijkslandbouwproefstation voor Veevoederonderzoek* te Wageningen systematisch georganiseerd door de *Regelingscommissie voor het Landbouwproefveldwezen*. In de hier volgende overzichtstabellen zijn daarom steeds de gegevens vanaf 1931 vermeld. Afgezien van enkele verspreide gegevens zal men het voornaamste materiaal vóór 1931 vinden in de publicaties van MASCHHAUPT (8, 15) en VAN DAALEN (16) en in enkele proefveldverslagen der Rijkslandbouwconsulenten; in deze verhandeling zijn echter deze oudere gegevens niet meer verwerkt.

Van het gewasonderzoek, dat door het Proefstation voor Veevoederonderzoek voor de Rijkslandbouwconsulenten wordt verricht, krijgt het Proefstation te Groningen de laatste jaren steeds afschriften, terwijl de gegevens van vorige jaren uit het archief van de Regelingscommissie voor het Landbouwproefveldwezen zijn overgenomen. Het gewasonderzoek van de proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen is voor het grootste deel daar ter plaatse verricht; een klein deel werd door het Proefstation voor Veevoederonderzoek te Wageningen en het Proefstation te Maastricht onderzocht.

Van de in de tabellen aangeduide gegevens is een groot deel in de verslagen over de betreffende proefvelden in den loop der jaren gepubliceerd. In deze verhandeling zijn echter ook een aantal gegevens verwerkt, die nog niet door de landbouwconsulenten resp. door het Proefstation te Groningen zijn gepubliceerd. Voor de toestemming van de Rijkslandbouwconsulenten om gebruik te maken van niet gepubliceerde gegevens betreffende hun proefvelden betuigen wij hier gaarne onzen dank. Door de mogelijkheid ook deze gegevens erbij te betrekken heeft deze verhandeling ongetwijfeld aan volledigheid en daardoor aan waarde gewonnen.

In de tabellen 20—23 is het materiaal gesplitst ten eerste voor fosforzuur en voor kali en ten tweede voor grasland en bouwland. Het is wel aardig, om deze gegevens ook te groepeeren naar grondsoort en bij bouwland ook naar gewas. Dit is geschied in tabel 18 en 19.

Voor grasland is het aantal proefvelden, de verdeling over de grondsoorten en het aantal oogstjaren voor fosforzuur en kali vrij gelijk, wanneer men de groep kaliproeven van het ressort Ve in 1938 buiten beschouwing laat. In tegenstelling met grasland liggen er van de Rijkslandbouwconsulenten vrijwel geen proefvelden op bouwland op de klei. Het Proefstation te Groningen heeft op zandgrond meer fosforzuurproeven, op kleigrond meer kaliproeven; overigens is hierbij aantal en verdeling voor fosforzuur en kali vrij wel hetzelfde. Voor de bouwlandproeven volgt nu nog een rangschikking naar de gewassen.

TABEL 18

Rangschikking der P- en K-proefvelden, waarbij gewasonderzoek is geschied, naar grondsoort

Grondsoort	Aantal proefvelden			
	Grasland		Bouwland	
	Fosforzuur	Kali	Fosforzuur	Kali
Kleigrond	27 (9)	54 ¹⁾ (3)	6 (6)	17 (13)
Veengrond	16 (1)	12	—	—
Dalgrond	—	—	10 (5)	12 (5)
Zandgrond	16 (1)	19	32 (12)	20 (5)
Totaal proeven	59 (11)	85 (3)	48 (23)	49 (21)
Totaal oogstjaren	182 (39)	179 (9)	136 (65)	184 (102)

Tusschen haakjes aantal proefvelden en oogstjaren RLPS Groningen.

TABEL 19

P- en K-proefvelden op bouwland. Gewassen, chemisch onderzocht sedert 1931

Gewas	Aantal malen onderzoek		Gewas	Aantal malen onderzoek	
	P-proefveld	K-proefveld		P-proefveld	K-proefveld
Aardappelen	57	63	Boonen	3	9
Tarwe	21	31	Erwten	2	5
Rogge	25	21	Klavers	3	5
Haver	12	14	Bieten	2	6
Gerst	6	8	Diversen	5	15
Kanariezaad	—	7	(minder dan 5 maal in totaal)		

Uit deze tabel blijkt, dat aardappelen in aantal bij het gewasonderzoek op de bouwlandproefvelden ver bovenaan staan; van de granen is verder van tarwe en rogge een bevredigend materiaal en van haver en gerst een vrij klein materiaal aanwezig. Gezamenlijk overtreffen de analyses van deze vier belangrijkste granen die der aardappelen met een klein bedrag. Van alle andere gewassen is het materiaal maar zeer gering. Onder de diverse gewassen, die op P- en K-proefvelden samen minder dan vijf keer onderzocht zijn, vallen o.a. vlas, mais, lupinen en andere groenbemesters. Het blijft merkwaardig, dat

¹⁾ Hiervan 26 proefvelden van ressort Ve in 1938.

aardappelen vrijwel als eenige hakvrucht bij het onderzoek zijn betrokken; behalve bieten komen ook knollen en koolrapen slechts een enkele maal voor. Verzameling van meer gegevens over deze hakvruchten is ongetwijfeld van beteekenis voor de kennis van de wijze van P- en K-opname van deze gewassen¹⁾. Als verdere groep van proeven, waarbij uitbreiding van gewasonderzoek van belang geacht moet worden, noemen wij in het algemeen bouwlandproefvelden op alle typen van kleigronden.

De gedetailleerde gegevens over grondsoort, proefjaar en gewas, gerangschikt volgens registratienummers vindt men in de hier volgende vier tabellen.

¹⁾ Voor de voedselopname van suikerbieten kan o. a. naar de publicaties van het *Instituut voor Suikerbietenteelt* verwezen worden.

TABEL 20 (Vervolg)

Reg. N ^o .	Naam	Grond- soort	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
NZH										
9	DE GOOY, Woerden	veen	—	—	—	—	—	—	×	—
10	ROEST, Zoeterwoude	klei	—	—	—	—	—	—	×	×
12	WESSELINGH, Zoeterwoude	klei	—	—	—	—	—	—	×	—
15	v. D. Koor, Maasland	klei	—	—	—	—	—	—	×	×
30	BAK, Overschie	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
32	v. MIL, Vlaardinger-Ambacht	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
33	OLSTHOORN, Kethel	veen	—	—	—	—	—	—	—	×
34	OOSTERLEE, Maasland	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
ZHO										
14	PELLIKAAN en BLOKLAND, Goudriaan	veen	—	—	—	—	—	—	—	×
48	DEN HARTOGH, Lexmond	veen	—	—	—	—	—	—	×	—
49	TIMMER, Feursum	veen	—	—	—	—	—	—	×	—
Pr										
89	BROUWER, Jorwerd	klei	×	×	×	×	×	×	—	—
94	LANDMAN, Oosterlittens	klei	×	×	×	×	×	×	×	—
105	HELLINGA, Winsum	klei	×	×	×	×	×	×	×	—
108	SIDERIUS, Winsum	klei	×	×	×	—	—	—	—	—
109	BRUINSMA, Baard	klei	×	×	×	×	×	×	×	—
231	Gebr. WOLTERS, Dorkwerd	klei	—	—	—	—	—	×	—	×
285	R. LUNSCH, Peizerhorst	veen	—	—	—	—	—	×	×	×
329	SMIT, Hooghalen	zand	—	—	—	—	—	×	×	—
384	WOLTERS, Dorkwerd	klei	—	—	—	—	—	—	×	—
389	RISFENS, Den Ham	klei	—	—	—	—	—	—	×	—
417	" " " "	klei	—	—	—	—	—	—	×	—

TABEL 21

Overzicht gewasonderzoek; Kaliproefvelden op grasland

Reg. N ^o .	Naam	Grond- soort	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
WF										
23	BOSMA, Mantgum	klei	—	—	×	—	—	—	—	—
24	v. D. MEER, Wijns	klei	—	—	×	—	—	—	—	—
27	ALBERDA, IJsbrechtum	klei	×	×	×	—	—	—	—	—
29	ALGERA, Jorwerd	klei	—	—	×	—	—	—	—	—
30	BERGA, Gersloot	veen	×	×	×	×	×	×	×	×
31	S. FALKENA, Harich	zand	×	×	×	×	×	×	×	—
OF										
9	JONKER, Jubbega	zand	—	—	—	—	—	×	×	—
16	" " " "	zand	—	—	—	—	—	×	—	—
51	" " " "	zand	—	—	—	—	—	×	×	—
55	NOLLES, Boyl	veen	—	—	—	—	—	—	×	—
81	VONK, Steggerda	zand	—	—	—	—	—	—	×	—

TABEL 21 (Vervolg)

Reg- N ^o .	Naam	Grond- soort	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
WO										
15	TEN KATE, Balkbrug	veen	×	×	×	×	—	×	—	—
23	DE GROOT, Mandjeswaard	klei	×	×	×	×	—	—	—	—
25	WEIJER, Gennerbroek	veen	×	×	×	×	×	×	×	×
25a	" " " "	veen	—	—	×	×	×	×	×	×
26	V. D. WEERD, Mastenbroek	klei	×	×	×	×	—	—	—	—
30	V. D. VEEN, Blankenham	veen	—	—	×	×	×	×	×	×
45	PRINS, Dedemsvaart	zand	—	—	—	×	×	×	—	—
47c	Ver. O. L., Staphorsterveld	veen	—	—	—	—	×	×	×	×
47e	" " " "	veen	—	—	—	—	—	—	×	×
PO										
7	Proefboerderij, Heino	zand	×	×	×	×	—	—	—	×
OO										
1	Lonneker	zand	—	×	—	—	×	—	—	—
2	BANIERINK, Lemselo	zand	—	—	×	—	—	—	—	—
3	BEKKERNENS, Elsen	zand	—	—	—	—	×	—	—	—
12	RENSEN, Holten	zand	—	×	—	—	—	—	—	—
14	SMIT, Hengevelde	zand	—	×	—	—	×	—	×	—
15	TER STEEGE, Enterbroek	zand	—	×	—	—	—	—	—	—
18	VOORT, Den Ham	zand	—	×	—	—	—	—	—	—
22	PAPE, Vriezeveen	zand	—	×	—	—	—	—	—	—
24	HINZENVELD, Bornerbroek	zand	—	×	—	—	—	—	—	—
27	Weitemanslanden	veen	—	—	—	—	×	×	—	—
28	" " " "	veen	—	—	—	—	×	—	—	—
676	SCHOPMAN, Zuid-Lutte	zand	—	—	—	—	—	—	—	×
677	BRUMMELHUIS, Goor	zand	—	—	—	—	—	—	—	×
679	HESSELINK, Markelo	zand	—	—	—	—	—	—	—	×
Ve	12, 13, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 40, 42, 44, 52, 54, 55, 57, 58, 62, 69, 70, 76	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
U										
3	VAN DER GEER, Oudenrijn	klei	×	×	×	×	×	×	—	—
6	JB. EEK, Eemnes	klei	×	×	×	×	×	×	×	×
9	OSSEKAMP I, Wageningen	klei	×	—	×	×	×	—	—	—
10	DIJKWEIDE, Wageningen	klei	×	—	×	—	×	—	—	—
12	OSSEKAMP II, Wageningen	klei	—	—	—	×	×	×	×	—
13	" III, "	klei	—	—	—	×	×	×	×	—
90	VAN 'T KLOOSTER, Eemnes	klei	—	—	—	—	—	×	×	×
91	" " " "	klei	—	—	—	—	—	×	×	×
NH										
8	BAKKER, Middenbeemster	klei	—	×	—	×	—	—	—	—
9	ZEE, Noord Beemster	klei	—	—	×	×	—	—	—	—
41	IJFF, Krommenie	veen	×	×	×	×	—	—	—	—
138	NOBEL, Barsingerhorn	klei	—	—	—	—	×	—	—	—
NZH										
9	DE GOOY, Woerden	veen	—	—	—	—	—	—	×	—
10	ROEST, Zoeterwoude	klei	—	—	—	—	—	—	×	×

TABEL 21 (Vervolg)

Reg. N ^o .	Naam	Grond- soort	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
13	DE KROES, Overschie	klei	—	—	—	—	—	—	×	—
14	WESSELINGH, Zoeterwoude	klei	—	—	—	—	—	—	×	—
15	V. D. KOOI, Maasland	klei	—	—	—	—	—	—	×	×
35	BAK, Overschie	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
36	BOS, Woerden	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
39	V. D. KOOY, Maasland	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
40	WESSELINGH, Zoeterwoude	klei	—	—	—	—	—	—	—	×
Pr										
92	FRANKENA, Oosterlittens	klei	×	×	×	—	—	—	—	—
93	HELLINGA, Baard	klei	×	×	×	—	—	—	—	—
98	HETTEMA, Baard	klei	×	×	×	—	—	—	—	—

ewasonderzoek

roefvelden op bouwland

1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
aardappelen	—	aardappelen	—	aardappelen	—	—
—	—	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	—	—
—	—	aardappelen	—	—	—	—
rogge	—	—	—	—	—	—
haver	—	aardappelen	wintertarwe	haver	aardappelen	—
—	—	—	rogge	—	rogge	aardappelen
—	—	—	—	—	—	rogge
aardappelen	zomertarwe	—	zomertarwe	aardappelen	zomertarwe	aardappelen
—	—	—	aardappelen	rogge	zomergerst	haver
—	—	—	aardappelen	wintertarwe	gras	boonen
—	—	—	—	—	—	boonen
aardappelen	—	—	—	haver	aardappelen	rogge
aardappelen	aardappelen	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	—	—
—	wintertarwe	—	aardappelen	—	rogge	—
aardappelen	—	—	—	—	rogge	—
—	—	—	—	—	rogge	—
—	—	—	—	—	rogge	—
—	—	—	—	—	—	rogge
—	—	—	—	—	—	—
—	rogge	erwten	—	—	—	—
—	zomergerst	—	—	—	—	—
—	mais	—	—	—	—	—
—	—	—	zomergerst	aardappelen	—	—
—	—	wintertarwe	rogge	boonen	—	rogge
—	—	—	—	erwten	—	—
—	aardappelen	haver	—	voederbiet	groenbem. gerst	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	rogge	aardappelen
—	—	—	—	—	aardappelen	haver
aardappelen	zomertarwe	aardappelen	—	—	—	—
wintertarwe	aardappelen	wintertarwe	—	—	—	—
rogge	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	rogge
—	—	—	—	—	—	—

1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
rogge	aardappelen	—	—	rogge	aardappelen	rogge
aardappelen	aardappelen	aardappelen	aardappelen	—	—	—
—	erwten	wintertarwe	voederbiet	wintertarwe	vlas	witte klaver
—	aardappelen	aardappelen	aardappelen	aardappelen	—	—
—	—	wintertarwe	boonen	wintertarwe	roode klaver	haver
—	wintertarwe	—	—	—	—	—
—	—	—	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	rogge
—	—	—	aardappelen	—	aardappelen	aardappelen
—	—	—	—	wintertarwe	—	—
—	—	—	—	aardappelen	aardappelen	aardappelen
—	—	—	—	aardappelen	winterrogge	aardappelen
—	—	—	—	—	haver	—
—	—	—	—	haver	gerst	haver
—	—	—	—	klaver	klaver	—
—	—	—	—	aardappelen	—	—
—	—	—	—	—	aardappelen	aardappelen
—	—	—	—	—	wintergerst	—
—	—	—	—	—	winterrogge	—
—	—	—	—	—	haver	haver
—	—	—	—	—	—	rogge

TABEL 23

Overzici

Kaliproefvelde

Reg. N ^o .	Naam	Grondsoort	1931
ZGr			
1	Proefboerderij, Borgercompagnie	dalgrond	—
2	" " " " " " " " " " " " " " " "	dalgrond	—
28	PANMAN, Stadskanaal	dalgrond	—
50	LEEUWERING, Rhederveld	zand	—
NGr			
24	v. DINGEN, Eenrum	klei	—
EC			
53	Proefboerderij, Emmercompascuum	dalgrond	—
73	" " " " " " " " " " " " " " " "	dalgrond	—
WO			
105	„de Eese”, Steenwijk	zand	—
119	J. HOVING, Dedemsvaart	dalgrond	—
PO			
1	Proefboerderij, Heino	zand	—
OO			
51	Ver. v. O. L., Markelo	zand	rogge
58	SCHOLTEN, Beuningen	zand	—
61	WELHUIS, de Lutte	zand	—
63	Centraal proefveld „de Krim”	dalgrond	aardappelen rogge
64B	HERBERT, Brucht	zand	—
NGe			
63	BONHOFF, Epe	zand	—
67	NUSSELDER, Hummelo	zand	—
73	Centraal proefveld, Ruurlo	zand	—
81	Proefboerderij, Haarlo	zand	—
83	WILLEMS, Hierden	zand	—
Ve			
99	WELL, Dieren	klei	—
103	FREDERIKS, Dieren	klei	—
122	SCHRIJVER, Wilp	klei	—
123	V. D. STREEK, Nijbroek	zand	—
L			
2	BRUEKERS, Posterholt	zand	—
4	KUYPERS, Pey-Echt	zand	—

ewasonderzoek

p bouwland

1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
aardappelen	—	aardappelen	—	aardappelen	—	—
aardappelen	—	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	—	—
—	—	—	—	—	aardappelen	—
—	—	aardappelen	—	—	—	—
—	—	—	gerst	—	—	—
—	aardappelen	—	—	—	—	—
—	—	aardappelen	wintertarwe	haver	aardappelen	—
—	—	—	—	—	—	—
aardappelen	zomertarwe	aardappelen	rogge	—	rogge	aardappelen
—	—	—	zomertarwe	aardappelen	zomertarwe	aardappelen
—	—	—	aardappelen	rogge	zomergerst	haver
aardappelen	—	—	—	haver	aardappelen	rogge
—	rogge	haver	rogge	rogge	rogge	—
aardappelen	—	—	stoppelkn.	—	rogge	rogge
aardappelen	aardappelen	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	—	—
aardappelen	wintertarwe	—	aardappelen	—	—	—
aardappelen	aardappelen	maïs	aardappelen	—	—	—
—	aardappelen	lupinen	—	—	—	—
—	zomertarwe	aardappelen	rogge	erwt, boon	—	—
—	bieten	koolr. en	haver	wikken	—	—
—	lupinen	rogge	zomergerst	erwt, boon	—	—
—	zomergerst	maïs	zomerrogge	wikken	—	—
—	—	—	—	—	—	aardappelen
—	—	—	—	—	—	aardappelen
—	—	—	—	—	—	aardappelen
—	—	—	—	—	—	aardappelen
—	—	—	—	—	rogge	aardappelen
—	—	—	—	—	aardappelen	haver

TABEL 23 (Vervolg)

Reg. N ^o .	Naam	Grondsoort	1931
Pr			
1	Zavelperc. Rijkslandbouwproefstation	klei	maanzaad
8	MULDER, Sappemeer	dalgrond	—
9	" " " "	dalgrond	—
40	WIERSUM, Eenrum	klei	wintergerst
70	EDZES, Sappemeer	dalgrond	—
80	Proefboerderij, Nieuw Beerta	klei	—
82	MOLENAAR, Bellingwolde	klei	—
90	BROUWER, Scheemda	klei	—
100	Proefboerderij, Emmercompascuum	dalgrond	—
110	TAMMENS, den Andel	klei	—
125	KRUIZINGA, Noordlaren	zand	—
141	VENEMA, Ruigezand	klei	—
159	KRUIZINGA, Noordlaren	zand	—
171	RIETEMA, Hornhuizen	klei	—
172	WIERSUM, Eenrum	klei	—
184	RISPENS, Pieterzijl	klei	—
201	" " " "	klei	—
202	" " " "	klei	—
266	EBELS, Veelerveen	zand	—
267	v. KLINKEN, Hebrecht	dalgrond	—
268	v. HOORN, Harpel	zand	—
295	FEDDEMA, Kloosterburen	klei	—
308	v. DELDEN, Noordlaren	zand	—

1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
wintertarwe	voederbiet	vlas, r.klaver	roode klaver	aardappelen	lucerne I	lucerne
aardappelen	zomertarwe	aardappelen	—	—	—	—
wintertarwe	—	wintertarwe	—	—	—	—
—	suikerbiet	—	—	—	—	—
—	aardappelen	—	—	—	—	—
boonen	—	wintertarwe	erwten	karwij	wintergerst	haver
—	—	wintertarwe	erwten	wintergerst	boonen	wintertarwe
zomertarwe	erwten	suikerbiet	zomertarwe	haver	zomergerst	rogge
rogge	aardappelen	—	aardappelen	wintertarwe	aardappelen	rogge
aardappelen	wintertarwe	—	—	—	—	—
—	aardappelen	aardappelen	—	—	—	—
—	wintertarwe	—	—	—	—	—
—	—	zomertarwe	—	—	—	—
—	—	kanariezaad	—	—	—	—
—	—	boonen	—	—	—	—
—	—	aardappelen	—	—	—	—
—	—	voederbiet	erwten	wintertarwe	haver	roode klaver
—	—	wintertarwe	erwten	wintertarwe	vlas	aardappelen
—	—	zomertarwe	—	—	—	—
—	—	kanariezaad	—	—	—	—
—	—	boonen	—	—	—	—
—	—	zomertarwe	zomertarwe	zomertarwe	zomertarwe	zomertarwe
—	—	kanariezaad	kanariezaad	kanariezaad	kanariezaad	kanariezaad
—	—	boonen	boonen	boonen	boonen	boonen
—	—	aardappelen	aardappelen	aardappelen	aardappelen	aardappelen
—	—	zomertarwe	—	—	—	—
—	—	kanariezaad	—	—	—	—
—	—	boonen	—	—	—	—
—	—	aardappelen	—	—	—	—
wintertarwe	gras, klaver	aardappelen	haver	rogge	aardappelen	haver
haver	aardappelen	—	aardappelen	—	—	—
mais	—	aardappelen	aardappelen	haver	aardappelen	aardappelen
—	—	—	—	rogge	haver	—
—	—	—	—	bieten	—	—

S A M E N V A T T I N G

Gedurende de laatste tien jaren is door de Landbouwvoorlichtingsdienst in stijgende mate belangstelling getoond voor het chemisch onderzoek der landbouwgewassen bij proeven. Daarbij neemt ongetwijfeld het onderzoek naar de kwaliteit der verbouwde producten als veevoedermiddelen in samenhang met de omstandigheden, waaronder de proef is genomen, de eerste plaats in. Daarnaast is bij bemestingsproeven, in het bijzonder die met fosforzuur en kali, aandacht geschonken aan de chemische samenstelling der gewassen in verband met de voedselvoorziening van het gewas door den grond. Bij de hier gegeven verwerking van materiaal van P- en K-proefvelden is in hoofdzaak aan dit tweede punt aandacht geschonken.

Een belangrijk onderdeel hiervan, n.l. de vraag, in hoeverre de voedingsgesteldheid voor het gewas van den grond weerspiegeld wordt in de samenstelling ervan, is reeds bij vorige gelegenheden samenvattend behandeld. De bedoeling van deze verhandeling is in de eerste plaats, om een inzicht te geven in de verschillende aspecten, die het gewasonderzoek als aanvullend gegeven bij proefveldonderzoek kan bieden. Daarbij kan een bespreking van de vraag, of *gewasonderzoek* in sommige gevallen *in de plaats van grondonderzoek* kan komen of een betere indicatie van den voedingstoestand kan geven, hier gevoegelijk achterwege blijven. Er dient in tegendeel juist op gewezen te worden, welke *verdere* waardevolle gegevens het chemisch gewasonderzoek ons *naast* veldwaarnemingen, opbrengstbepalingen en grondonderzoek kan leveren.

Aan de hand van voorbeelden van bepaalde gevallen is getracht hierover een indruk te geven, die proefnemers in staat kan stellen voor eigen gevallen de over het algemeen betrekkelijk moeilijk te hanteeren cijfers der chemische samenstelling van het gewas naast hun andere proefveldresultaten zoo volledig mogelijk te verwerken. Om deze verhandeling niet al te uitvoerig te maken, moesten eenige belangrijke punten buiten beschouwing gelaten worden. Dit zijn: ten eerste het verband tusschen grondonderzoek en gewasonderzoek in de verschillende behandelde voorbeelden; slechts een enkele maal zijn P- en K-grondanalyses naast de gewasanalyses vermeld; ten tweede de invloed van P- en K-bemesting op de opname van andere voedende bestanddeelen dan fosforzuur en kali; voor een algemeene beschouwing hierover kan naar een vorige publicatie (2) verwezen worden.

Voor een individueele behandeling van de resultaten van het gewasonderzoek leenen zich het beste langjarige proefvelden, waarvan veel gegevens bekend zijn. Als voorbeeld van een meerzijdige beschouwing zijn achtereenvolgens behandeld een K-proefveld op grasland met acht proefjaren, een P-proefveld op bouwland (nieuwe dalgrond) met zeven jaar gewasonderzoek

en een K-proefveld op bouwland (lichte zavel) met vijf achtereenvolgende jaren gewasonderzoek.

De vraagstukken die zich hierbij voordoen, zijn uitvoeriger in volgende hoofdstukken besproken. Het blijkt, dat de wijze van opname van fosforzuur en kali bij verschillende gewassen, zooals die in de oogstproducten tot uiting komt, nog al wat uiteen loopt. Zou men echter deze gewassen in een jong groeistadium gaan onderzoeken, dan zou de invloed van een gegeven bemesting op de samenstelling veel minder verschillen. Jonge plantendeelen, b.v. een bepaald blad van een plant, zijn over het geheel duidelijker waardemeters voor de voedselgesteldheid van den grond dan rijpe gewassen of deelen ervan. Aan voorbeelden bij graslandproeven kan echter duidelijk gedemonstreerd worden de moeilijkheid van de interpretatie van dergelijke cijfers van jonge planten als geheel, door den grooten invloed van het groeistadium op de samenstelling.

Naast gras, dat, afgezien van de genoemde moeilijkheden, in samenstelling zeer gevoelig op verandering van P- en K-gesteldheid reageert, moet van het voorhanden materiaal der bouwlandoogstproducten vooral de aardappelknol genoemd worden; van andere hakvruchten is vrijwel geen materiaal onderzocht. Van de stroovruchten is behalve bij sterk P-gebrek de samenstelling van het zaad vrij constant en vindt men speciaal een reactie op de bemesting in de samenstelling van het stroo, dat b.v. voor de granen onderling speciaal voor kali sterk wisselt.

De verschillen in samenstelling van het gewas zijn natuurlijk ook over te dragen op de hieruit te berekenen z.g. onttrekkingscijfers, die voor de voedselbalans en voor de bemestingsleer in het algemeen van belang zijn. Aan de gemiddelde cijfers hiervan is een hoofdstuk gewijd. Daarin is ook aandacht besteed aan mogelijke verliezen tijdens of na den groei te velde uit het gewas, waardoor deze onttrekkingscijfers hetzij te hoog hetzij te laag — afhankelijk van het tijdstip van bemonstering van den oogst en van de oorzaak der verliezen — kunnen worden gevonden. Verliezen bij de hooibereiding aan P en K zijn hierbij vermoedelijk de belangrijkste gevallen; bij gering drogestofverlies (goed hooiweer) waren deze verliezen ook klein, bij sterk drogestofverlies (slecht hooiweer) waren deze verliezen aan P en K naar verhouding nog veel hoger dan die aan drogestof.

Van veel belang zijn ook de verschillen in gehaltecijfers en onttrekkingscijfers, die op diverse grondtypen worden gevonden; het materiaal hierover is te klein voor een goede vergelijking. Alleen staat wel vast, dat de opneembaarheid van een gegeven kalibemesting op kleigrond geringer is dan op zanden dalgronden; dit geldt speciaal voor bouwlandgewassen en niet voor gras, dat op alle grondtypen het voedsel in de eerste plaats uit de zodelaag zal opnemen.

Als gevolg van deze geringere opneembaarheid treedt op kleigronden ook minder gemakkelijk luxeconsumptie aan kali, met eventueele minder gewenschte gevolgen van opbrengstdepressies en kaliverlies, op; dit punt wordt met het andere uiterste, de samenstelling der gewassen bij sterk P- of K-gebrek, in het hoofdstuk der bijzondere gevallen besproken. Terwijl bij kali de gewas-samenstelling bij luxeconsumptie op de lichte gronden landbouwkundig van veel belang is, is bij fosforzuur juist de meer of mindere gebrekstoestand vooral in verband met de verschillende opneembaarheid van fosforzuur uit diverse P-meststoffen van beteekenis; luxeconsumptie komt daarentegen bij fosforzuur nauwelijks voor.

Tenslotte wordt een overzicht van het verrichte gewasonderzoek sedert 1931 gegeven, waaruit voor deze verhandeling is geput.

Het gewasonderzoek der P- en K-proefvelden in Nederland kan in vele opzichten als goed voorbeeld dienen voor hetgeen men in het algemeen uit de chemische samenstelling der gewassen bij proefvelden kan halen. Men kan dit als volgt kort definieeren. De samenstelling van het gewas bij landbouwkundig onderzoek staat in den meest directen samenhang met alle verschijnselen gedurende den groei en opbrengstresultaten, voorzoover deze in verband staan met de voedselhuishouding van de plant. Door het gewasonderzoek kan men o.a. beter dan met welke methode van grondonderzoek ook, een indruk krijgen over de voedselgesteldheid van den grond, zooals het gewas die ondervindt.

Ter vermindering van bij het gewasonderzoek vaak optredende complicaties zal het hierbij vaak gewenscht zijn, de gewassen meermalen tijdens den groei, eventueel gesplitst in de voornaamste plantendeelen, te onderzoeken. Indien oordeelkundig uitgevoerd, is het gewasonderzoek als aanvullende en controleerende bepaling even onmisbaar als grondonderzoek bij volledig proefveld-onderzoek over bodemvruchtbaarheidsproblemen. Naast de kennis van de samenstelling van het gewas als hulpmiddel bij de bemestingsleer is deze voor de kwaliteitsbeoordeeling van het ge oogste product als voedsel voor mensch en dier onmisbaar. Daardoor heeft het gewasonderzoek ook bij bemestings-proefvelden vaak een tweeledig doel. In het belang van den Nederlandschen landbouw is het gewenscht, dat er verder gelegenheid zal geschapen worden tot uitbreiding van dit onderzoek, dat tot nu toe reeds vele belangrijke resultaten heeft opgeleverd.

DIE BEDEUTUNG DER PFLANZENUNTERSUCHUNG BEI
PHOSPHORSÄURE- UND KALIVERSUCHSFELDERN IN
DEN NIEDERLANDEN

ZUSAMMENFASSUNG

Die Zahl der Versuchsfelder von Reichslandwirtschaftskonsulenten und von der hiesigen landwirtschaftlichen Versuchsstation, bei welchen chemische Analyse der Ernteprodukte vorgenommen wurde, hat sich im letzten Jahrzehnte stark vermehrt. Neben Qualitätsbestimmung für Fütterzwecken ist die Untersuchung als Hilfsmittel zur Lösung von Düngungsfragen von besonderer Bedeutung. In dieser Hinsicht wird in dieser Abhandlung ein grösserer Teil dieser Untersuchungen, P- und K-Versuchsfeldern auf Gras- und Ackerland entstammend, zusammenfassend besprochen. Nach einer allgemeinen Übersicht der Fragestellungen bei Pflanzenuntersuchungen von Düngungsversuchen im Abschnitt I, werden im Abschnitt II die Ergebnisse drei langjähriger Versuchsfelder als Beispiele ausführlich erläutert; in den Figuren 2, 3 und 5 sind die zusammengefassten Ergebnisse dargestellt.

Abschnitt III behandelt die Unterschiede in P- und K-Aufnahme zwischen den Gewachsorten, wobei auch die öfters empfindsamere Reaktion der jungen Pflanzen im Vergleich mit den Ernteprodukten (fig. 6) und die Abhängigkeit der Zusammensetzung vom Wachstumsstadium (fig. 6 u. 7) angedeutet wird. Neben Gras, das während des Wachstums abgeerntet wird, liefert von reif geernteten Produkten die Kartoffel die schönsten Untersuchungsergebnisse im bezug auf Düngungszustand der Böden; von Strohfrüchten bietet die Untersuchung des Strohs bessere Anhaltspunkte als die des Korns.

Fig. 8 und 9 in Abschnitt IV geben bezw. für P und K Beispiele der Änderungen desselben Gewachses auf verschiedenen Bodenarten bei Düngungsversuchen. Die leichtere Kaliumaufnahme auf Sand- und Moorböden im Vergleich mit Tonböden ist hierbei das meist auffällige Ergebnis.

Abschnitt V gibt mittlere Entzugszahlen (Tab. 11 u. 12) und Ursachen von Verlusten an P und K an, die während des Wachstums oder nachher auftreten können. Die sehr wechselnden Verluste bei der Heubereitung werden an Beispielen erläutert (Tab. 13 u. 14).

Die Zusammensetzung der Ernteprodukte bei starkem Mangel und bei übermässigem Vorrat an P und K im Boden wird in Abschnitt VI besprochen. Besondere Bedeutung hat die Pflanzenuntersuchung beim Nachweis von Luxusverbrauch an Kali und von beginnendem P-Mangel und schwieriger Aufnehmbarkeit der Phosphorsäure aus verschiedenen Düngungsmitteln. Eine Übersicht über die seit 1931 ausgeführten Untersuchungen beim Materiale von landwirtschaftlichen Versuchsfeldern findet man im Abschnitt VII.

Die Untersuchung der Ernteprodukte von P- und K-Versuchsfeldern in den Niederlanden kann in mancher Hinsicht als gutes Beispiel gelten für eine Auswertung von Versuchsergebnissen der Pflanzenanalyse. Die Bedeutung dieser Untersuchung bei landwirtschaftlichen Versuchsarbeiten kann folgendermaßen kurz definiert werden. Die Zusammensetzung des Gewachses steht im engsten Zusammenhang mit allen Erscheinungen während des Wachstums sowie mit den Ertragsergebnissen, soweit diese in Beziehung zum Ernährungshaushalt der Pflanze stehen. Besser als mit welcher Methode der Bodenuntersuchung kann man durch die Pflanzenuntersuchung einen Eindruck bekommen über die der Pflanze zugänglichen Bodenvorräte. Zur Beseitigung komplizierender Nebenumstände wird öfters mehrfache Untersuchung während des Wachstums sowie der einzelnen Pflanzenteile erforderlich sein.

LITERATUUR

1. VAN ITALLIE, TH. B. De fosforzuur- en kaligehalten van gras als aanwijzing voor de fosforzuur- en kaligesteldheid van grasland, *Landbouwk. Tijdschrift* 47, 17 (1935).
2. VAN ITALLIE, TH. B. De chemische samenstelling van gewassen in verband met landbouwkundige vraagstukken, 's-Gravenhage, Dir. v. d. Landbouw 1938.
3. VAN GINNEKEN, P. J. H. en BRUINSMA, J. R., Onderzoekingen omtrent de minerale samenstelling van loof en wortel van suikerbieten II, *Med. Instituut v. Suikerbietenteelt* 8, 227 (1938);
VAN GINNEKEN, P. J. H., id. III, *Ibid.* 9, 31 (1939).
4. MASCHHAUPT, J. G., De kalibehoeftte van de Groninger klei- en zavelgronden, *De Veldbode* 29, 913 (1931).
5. Verslag over een 33-tal meerjarige bemestingsproeven, *Versl. landbouwk. Onderz.* 39, 103 (1933).
6. LAGATU, H. en MAUME, L. *Ann. Agron.* 2, 306 (1932), 3, 1 (1933). Le diagnostic foliaire de la pomme de terre.
7. THOMAS, W. Foliar diagnosis: principles and practice, *Plant physiology* 12, 577 (1937).
8. MASCHHAUPT, J. G. De invloed van grondsoort en bemesting op het gehalte onzer landbouwgewassen aan stikstof en aschbestanddeelen, *Versl. landbouwk. Onderz.* 22, 25 (1918), 23, 40 (1919), 25, 129 (1921), 27, 114 (1922), 28, 119 (1923).
9. VAN ITALLIE, TH. B. Het verloop van de opname van stikstof, fosforzuur en kali door verschillende gewassen te velde, *Versl. landbouwk. Onderz.* 43, 13 (1937).
10. ARENS, K. Kann man in allen Fällen aus den Ergebnissen der Aschenanalyse Schlüsse auf Lebensfunktionen der Pflanze ziehen, *Landw. Jahrb.* 82, 453 (1936).
11. BROUWER, E., Vergelijkend onderzoek omtrent hooiwinning en inkuiling, *Versl. landbouwk. Onderz.* 35, 5 (1930).
12. FRANKENA, H. J., Over verliezen bij de hooibereiding, *De Veldbode* 31, 592 (1933).
FRANKENA, H. J., Het ruiteren van hooi, *Landbouwkundig Tijdschrift* 50, 390 (1938), id. *Tijdschrift Ned. Heidemaatschappij* 51, 47 (1939).
13. WITTEVEEN, H. J., Over de verliezen bij de bereiding van persvoer en hooi uit gras, *Landbouwk. Tijdschr.* 41, 462 (1928), *Verslagen over de jaren 1929 en 1930 van de Rijkslandbouwproefvelden in het ambtsgebied van den Rijkslandbouwconsulent te Drachten*.
14. CRASEMANN, E., Über den Einfluss der Boden- und Gerüsttroeknung auf den Mineralstoffgehalt des Dürrfutters, *Landw. Jahrb. d. Schweiz*, 48, 588 (1934).
15. MASCHHAUPT, J. G., In hoeverre kunnen K, Na, Ca en Mg elkander in de plant vervangen? *Versl. landbouwk. Onderz.* 40, 1025 (1934). id. Het zavelperceel van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen in de jaren 1911—1934, *Versl. landbouwk. Onderz.* 42, 543 (1936).
16. v. DAALEN, C. K., Bijdrage tot de kennis van de chemische en botanische samenstelling van het hooi en van den invloed, welke enkele meststoffen daarop uitoefenen, Utrecht 1928. *Verslag van de Rijkslandbouwproefvelden in Utrecht en Z. O. Noord-Holland in 1929 en 1930 e. v.*

INHOUD

<i>Hoofdstuk I</i>	Blz.
Algemeen overzicht	679
<i>Hoofdstuk II</i>	
Uitvoerige behandeling van het gewasonderzoek van eenige lang-jarige proefvelden	684
<i>Hoofdstuk III</i>	
Hoe reageeren de verschillende gewassen op een verandering der fosforzuur- of kaligesteldheid?	701
<i>Hoofdstuk IV</i>	
Veranderingen van fosforzuur- en kaligesteldheid voor het gewas door bemesting op verschillende grondtypen	711
<i>Hoofdstuk V</i>	
Onttrekkingscijfers en verliezen aan fosforzuur en kali tijdens of na den groei	718
<i>Hoofdstuk VI</i>	
Bijzondere gevallen bij het gewasonderzoek op fosforzuur en kali .	729
<i>Hoofdstuk VII</i>	
Overzicht van het gewasonderzoek sinds 1931 bij kali- en fosforzuur-proefvelden in Nederland	740
<i>Samenvatting</i>	756
<i>Zusammenfassung</i>	759
<i>Literatuur</i>	761